NAZIONALE
B. Prov.
III
670
NAPOLI
VITT. EM. III
BIBLIOTECA

BIBLIOTECA PROVINCIALE

Armadio

Palchetto

Num.° d' ordine

1902
B
21

B. Rev
III
670

DICTIONNAIRE

RAISONNÉ

DE PHYSIQUE.

DE L'IMPRIMERIE DE P. ANDRÉ.

61.2.232

DICTIONNAIRE

RAISONNÉ

DE PHYSIQUE,

PAR M. J. BRISSON,

Membre de l'Institut National des Sciences et des Arts, et Professeur de Physique et de Chymie aux Écoles Centrales de Paris.

SECONDE ÉDITION,

REVUE, CORRIGÉE ET AUGMENTÉE PAR L'AUTEUR.

NAPOLI

TOME CINQUIÈME.

NAPOLI

A PARIS,

A LA LIBRAIRIE ÉCONOMIQUE, RUE DE LA HARPE, N°. 117.

AN VIII DE LA RÉPUBLIQUE.

DICTIONNAIRE

RAISONNÉ

DE PHYSIQUE

BIBLIOTECA PROVINCIALE DI NAPOLI

P A O

PAIR. Epithète qu'on donne à un nombre qu'on peut diviser en deux parties égales, sans partager une de ses unités. Tels sont les nombres 2, 4, 6, 8, 20, 38, etc. (*Voyez* NOMBRE).

PALANS. Ce sont des assemblages de poulies, dont les unes sont fixes et les autres mobiles, et toutes embrassées par une même corde. Ce ne sont autres choses que des *Moufles*, appelées *Palans* en terme de marine. (*Voyez* MOUFLE).

PALETTE. Terme d'horlogerie. C'est la partie du balancier d'une pendule ou d'une montre qui forme l'échappement. (*Voyez* ECHAPPEMENT).

PAON. Nom que l'on donne, en astronomie, à une des constellations de la partie méridionale du ciel, et qui est placée tout près du pole sud, entre l'autel et l'Indien, au-dessus de l'octant. C'est une des 12 constellations décrites par *Jean Bayer*, et ajoutées aux 15 constellations méridionales de *Ptolémée*. *L'abbé de la Caille* en a donné une figure très-exacte dans les *Mémoires de l'Académie des sciences*, année 1752, Pl. 20. (*Voyez l'astronomie de la Lande, pag.* 185).

Cette constellation est une de celles qui ne paroissent jamais sur notre horizon : elle a une déclinaison méridionale trop grande pour cela, de sorte qu'elle ne se lève jamais pour nous.

PAPIN. (*Marmite de*) (*Voyez* MARMITE DE PAPIN).

PARABOLE. Ligne courbe qui n'est pas rentrante comme le cercle et l'ellipse, et dans laquelle le quarré de la demi-ordonnée est égal au rectangle formé par l'abscisse correspondante, multipliée par une ligne constante qu'on nomme son *Paramètre*. Soit *C A D* (*Pl. II, fig.* 5.) une courbe, dont le point *A* est le sommet, *A B* est l'axe; toutes les perpendiculaires à l'axe, renfermées dans la courbe, telles que *E M, S N, T O*, etc. sont les ordonnées; les portions de l'axe *A F, A G, A H*, interceptées entre le sommet *A* et une ordonnée quelconque, est ce qu'on nomme l'abscisse correspondante; la ligne *P R* est ce qu'on appelle le paramètre. On entend par paramètre, une troisième proportionnelle à l'abscisse et à la demi-ordonnée. Si la courbe *C A D* est telle que le quarré d'une demi-ordonnée quelconque, comme *G N*, soit égal au rectangle formé par l'abscisse correspondante *A G*, multipliée par le paramètre *P R*, cette courbe est une *Parabole*. Le point *F* de l'axe *A B*, dans lequel l'ordonnée *E M* est égale au paramètre *P R*, s'appelle le *Foyer* de la *Parabole* : et l'abscisse correspondante *A F* est égale au quart du paramètre. Ainsi, pour avoir le foyer d'une *Parabole*, il faut prendre dans l'axe de cette courbe, à compter du sommet *A*, une partie *A F* égale au quart du paramètre *P R*. D'où l'on voit que l'ordonnée *E M*, qui passe par le foyer, est elle-même le paramètre, qui est quadruple de la distance *A F* du sommet *A* au foyer *F*.

La *Parabole* a cette propriété, que toutes les lignes droites tirées de son foyer *F* à quelque point que ce soit de la courbe, comme *F O*, sont chacune égales à la distance *O L* d'une ligne droite *P I* perpendiculaire à l'axe *A B*, et éloignée du sommet *A* de la *Parabole* d'une distance *A K* égale à la distance *A F* du sommet *A* au foyer *F*. C'est-à-dire, que chaque point de la *Parabole* est aussi éloigné du foyer, que de la ligne droite *P I*, dont la position est connue.

Les corps jetés parallèlement à l'horizon, et ceux qui sont jetés obliquement, décrivent sensiblement une *Parabole*. On doit cette observation et la démonstra-

tion de cette vérité à *Galilée*. (*Voyez* BALISTIQUE).

La *Parabole* est une courbe telle que si l'on plaçoit à son foyer *F* un corps lumineux, les rayons de lumière qui partiroient de ce point, et qui tomberoient sur la concavité de la *Parabole*, se réfléchiroient tous parallèlement à l'axe *AB*; et réciproquement les rayons de lumière qui arrivent parallèlement à l'axe *AB*, vont tous se rassembler au foyer *F*.

Il suit de là que la *Parabole* seroit la courbe la plus avantageuse qu'on pourroit donner aux miroirs ardens, puisque tous les rayons parallèles qui tombent sur cette courbe, se réunissent à son foyer; mais il y auroit beaucoup de difficultés dans l'exécution, c'est pourquoi on donne à ces miroirs une courbure sphérique. (*Voy.* MIROIR ARDENT). Et comme les rayons qui partent du foyer sont réfléchis parallèlement, on se serviroit avec succès de la *Parabole* pour augmenter la clarté des lampes dans une direction déterminée, en plaçant la lumière au foyer d'une plaque *Parabolique*. Par la même raison, une cheminée qui auroit une forme *Parabolique*, renverroit plus de chaleur que si on lui avoit donné toute autre forme.

Le chevalier *Morland* vouloit aussi qu'on donnât la forme *Parabolique* aux porte-voix. (*Voy.* PORTE-VOIX). Il seroit pareillement avantageux de donner cette forme aux cornets acoustiques. (*Voyez* CORNET ACOUSTIQUE).

La *Parabole* est une des sections coniques, c'est-à-dire, que c'est la figure qu'on obtient en coupant un cône par un plan qui soit parallèle à un des côtés du cône. (*Voyez* SECTIONS CONIQUES).

PARABOLIQUE. Epithète que l'on donne à tout ce qui est formé par la parabole, ou à tout ce qui tire son origine de la parabole. (*Voyez* PARABOLE).

PARADIS. (*Oiseau de*) (*Voyez* OISEAU DE PARADIS).

PARALLACTIQUE. (*Triangle*) On appelle *Triangle parallactique*, le triangle formé par le rayon de la terre et par deux lignes qui partent des deux extrémités de ce rayon, pour aller se réunir au centre d'un astre. Soit *T* (*Pl. LVI, fig.* 5.) la terre; *SAE* l'orbite de la planète que l'on observe : *HCZ* le ciel; *S* le lieu de son or-

bite où l'astre est placé. Le triangle *T O S* formé par le rayon *T O* de la terre, et par les deux lignes *T S*, *O S*, qui partent des deux extrémités *T* et *O* de ce rayon, pour aller se réunir au centre *S* de l'astre, est ce qu'on appelle le *Triangle parallactique*. Ce *Triangle* est toujours situé verticalement, puisque le côté *O T* étant une ligne verticale, le triangle, dont *O T* est la base, ne sauroit être incliné : ainsi tout l'effet de la parallaxe (*Voyez* PARALLAXE.) se fait de haut en bas, dans le plan d'un cercle vertical. D'ailleurs il est aisé de comprendre que le centre de la terre étant perpendiculairement sous nos pieds, c'est-à-dire, dans le plan de tous les cercles *verticaux*, l'effet de la parallaxe ne peut pas s'en écarter ; ainsi la parallaxe est toute en hauteur, c'est-à-dire, qu'elle abaisse les astres perpendiculairement de haut en bas, et dans un vertical, sans les faire paroître à droite ni à gauche du vertical.

On appelle aussi *Angle parallactique* la différence des angles sous lesquels on voit les distances vraie et apparente, dont un astre est éloigné du zénith. Ainsi, dans le cas que nous avons supposé ci-dessus, l'angle *O S T* est l'*Angle parallactique* ; car il est la quantité dont l'angle *Z O H*, qui est la distance apparente, diffère de l'angle *Z T D*, qui est la distance vraie dont l'astre est éloigné du zénith. (*Voyez* PARALLAXE).

PARALLAXE, *Terme d'Astronomie*. C'est la différence entre le lieu du ciel où un astre paroît, étant vu de la surface de la terre, et le lieu où il nous paroîtroit, si nous le voyions du centre de la terre. Soit *T* (*Pl. LVI, fig.* 5) le centre de la terre ; *O* le point de sa surface où est placé l'observateur ; *Z* le zénith ; *Z O T* la ligne verticale, ou la ligne qui passe par le zénith *Z*, par le point *O* de l'observateur, par le centre *T* de la terre, et qui étant prolongée, passera aussi par le nadir ; *O H* la ligne horizontale ; *S A E* l'orbite de l'astre que l'on observe ; et *H C Z* le ciel. Supposons maintenant que l'astre, par exemple, le soleil, soit en *S* : vu du centre *T* de la terre, le soleil paroîtroit sur la ligne *T D* ; et le lieu auquel on le rapporteroit dans le ciel, seroit le point *D* ; mais vu du point *O*, qui est

à la surface de la terre, il paroît sur la ligne OH; et le lieu auquel on le rapporte dans le ciel est le point H. L'arc DH exprime donc la différence entre ces deux lieux : ainsi l'arc DH, ou l'angle DSH, qu'il mesure, ou bien encore l'angle OST, qui est égal à l'angle DSH, puisqu'il lui est opposé au sommet, est ce qu'on appelle la *Parallaxe*. Car si nous comparons ces deux différentes situations ou ces deux différens points D et H à celui du zénith Z, qui est le même pour le centre T de la terre et pour le point O de sa surface, l'angle ZOH, formé par la ligne verticale ZO, et par la ligne OH, sur laquelle paroît le soleil S, est la distance apparente de l'astre au zénith; mais si nous étions au centre T de la terre, l'angle ZTD, formé par la ligne verticale ZT, et par la ligne TD, sur laquelle paroîtroit le soleil, seroit la distance vraie de l'astre au zénith.

La distance apparente ZOH est plus grande que la distance vraie ZTD de la quantité de l'angle DSH ou de l'angle OST; car dans le triangle rectiligne STO, dont le côté TO est prolongé en Z, l'angle extérieur ZOH est égal à la somme des deux intérieurs T et S; donc il est plus grand que l'angle T de la quantité de l'angle OST. Ainsi la distance apparente ZOH de l'astre S au zénith est plus grande que la distance vraie ZTD : et la différence, qui est l'angle OST, s'appelle la *Parallaxe horizontale*, lorsque la ligne OH est horizontale, comme nous l'avons supposé; c'est-à-dire, lorsque le lieu apparent de l'astre qu'on observe, est sur l'horizon apparent OH.

La *Parallaxe* d'un astre est donc l'angle formé au centre de l'astre par deux lignes, dont l'une ST va au centre T de la terre, et l'autre SO va au point O de la surface où est placé l'observateur : c'est l'inclinaison des deux lignes qui partent du centre et de la surface, pour aller se réunir au centre de l'astre : enfin c'est l'angle OST sous lequel paroîtroit le rayon de la terre, ou la distance de l'observateur au centre de la terre, si cette distance ou ce rayon étoit vu du centre de l'astre.

La *Parallaxe* dont nous venons de parler, est celle qui a lieu, dans le cas où l'astre est à l'horizon, c'est-à-dire, où l'angle *Z O H* est un angle droit, et que nous avons appelé *Parallaxe horizontale*. Mais si l'astre se trouve en *A* plus près du zénith, en sorte que l'angle *Z O C*, qui est la distance apparente de l'astre au zénith, soit un angle aigu, l'angle *Z T B* étant la distance vraie, alors l'angle *O A T*, qui mesure la *Parallaxe*, devient plus petit; et on l'appelle *Parallaxe de hauteur*.

Cette *Parallaxe* va toujours en diminuant, à mesure que l'astre s'approche du zénith, qui est le point du ciel où il n'y a point de *Parallaxe*. Car si l'astre étoit placé au point *E* de son orbite, on le rapporteroit au point *Z*, soit qu'il fût vu du centre *T* de la terre, soit qu'il fût vu du point *O* de sa surface. La *Parallaxe horizontale* est donc la plus grande; et elle devient toujours de plus petite en plus petite, jusqu'au zénith, où elle est nulle.

L'effet de la *Parallaxe* se faisant tout en hauteur, c'est-à-dire, dans le plan d'un cercle vertical (*Voyez* PARALLACTIQUE, (*Triangle*), il s'ensuit que la *Parallaxe* ne change point l'azimuth d'une planète. (*Voyez* AZIMUTH). De même dans le méridien la *Parallaxe* ne change point l'ascension droite d'un astre, parce que le vertical est alors perpendiculaire à l'équateur. (*Voyez* ASCENSION DROITE).

La *Parallaxe* du soleil est celle qui seroit la plus intéressante à connoître : elle nous apprendroit quelle est la vraie distance du soleil à la terre, et en conséquence quelles sont les distances de toutes les autres planètes au soleil et à la terre. Mais on ne la connoît pas avec une parfaite exactitude : les Astronomes l'ont supposée pendant long-temps de dix secondes; ce qui donnoit la distance du soleil à la terre d'environ 33000000 lieues; mais le dernier passage de Vénus sur le disque du soleil, observé le 3 juin 1769, donne la *Parallaxe* du soleil, dans ses moyennes distances, de 8 secondes et demie; d'après quoi l'on conclut que la moyenne distance du soleil à la terre est de 34761680 lieues de 25 au degré cha-

cune. (*Voyez la Connoissance des Temps pour l'année 1774, page 282*).

Les étoiles fixes n'ont point de *Parallaxe* sensible, à cause de leur excessive distance, par rapport à laquelle le diamètre de la terre n'est qu'un point. (*Voyez* ETOILE).

La Lande a trouvé la *Parallaxe horizontale* de la lune, au temps de ses moyennes distances et dans les sizigies, de 57 minutes 26 secondes : la plus grande *Parallaxe* de la lune, qui a lieu quand la lune est pleine et périgée, de 61 minutes 30 secondes ; et la plus petite *Parallaxe* de 54 minutes, la lune étant nouvelle et apogée. (*Voyez son Astronomie, tome I, page* 636).

PARALLÈLE. On donne ce nom à des quantités qui gardent toujours entr'elles une égale distance. Ainsi deux lignes *AB*, *CD* (*Pl. II, fig.* 6.) sont parallèles, lorsque dans tous leurs points elles sont également éloignées l'une de l'autre, c'est-à-dire, lorque toutes les perpendiculaires, comme *EF*, *GH*, *IK*, etc. qu'on pourroit tirer entr'elles, seroient égales : de sorte que ces deux lignes *AB*, *CD*, étant prolongées de part et d'autre à l'infini, ne se rencontreroient jamais, ou, ce qui est la même chose, ne s'écarteroient ni ne s'approcheroient l'une de l'autre. La distance des lignes *Parallèles* se peut donc mesurer toujours par la même perpendiculaire.

Pour tirer une ligne *Parallèle* à *AB* (*Pl. II, fig.* 4.), on procède ainsi. D'un point quelconque hors de cette ligne, comme *C*, 1°. On fait l'arc *DB*, qui coupera la ligne donnée *AB* au point *B* : 2°. De ce point *B*, comme centre, et de la même ouverture de compas, on décrit l'arc *CA*, qui coupera la ligne donnée *AB* au point *A* : 3°. On prend la mesure de l'arc *CA* : et l'on porte l'ouverture du compas de *B* en *D*, pour faire ces deux arcs égaux : 4°. Par les points *C* et *D* on tire la ligne *CD* ; elle sera *Parallèle* à *AB*.

On démontre en Géométrie qu'une ligne droite *ZZ*, (*Pl. II, fig.* 3.) qui coupe les deux lignes *Parallèles PP*, *PP*, fait les angles alternes égaux ; c'est-à-dire, que *c* est égal à *f* ; *e* égal à *b* ; *a* égal à *g* ; *o* égal à *d*.

De plus, les deux angles internes *c* et *b*, ou *e* et *f* sont, pris ensemble, égaux à deux angles droits. De là il suit qu'en faisant sur une ligne donnée les angles alternes égaux, et menant par-là deux lignes, ces deux lignes sont *Parallèles* entr'elles. (*Voyez* ANGLES ALTERNES).

PARALLÈLE. (*Sphère*) (*Voyez* SPHÈRE PARALLÈLE).

PARALLÉLEPIPÈDE *ou* PARALLÉLIPIPÈDE. Solide compris sous six parallélogrammes, dont les opposés sont égaux et parallèles. Ce solide (*Pl. III, fig.* 2.) est un prisme quadrangulaire, puisque ses bases *A C E G*, *B D F H*, sont des quadrilatères égaux et parallèles. Les parallélogrammes opposés *A C D B*, *G E F H*, sont aussi égaux et parallèles, ainsi que les deux autres parallélogrammes opposés, *C E F D*, *A G H B*. Lorsque les parallélogrammes qui servent de bases, sont des rectangles, et qu'eu même temps le *Parallélepipède* est droit, on l'appelle *Parallélepipède rectangle*. (*Voyez fig.* 2).

On trouve la surface d'un *Parallélepipède* quelconque, comme on trouve celle d'un prisme. (*Voyez* PRISME). Si le *Parallélepipède* est *droit*, sa surface (en n'y comprenant pas les deux bases) est égale au produit du contour de sa base multiplié par sa hauteur.

On trouvera de même la solidité d'un *Parallélepipède* quelconque, comme on trouve celle d'un prisme. (*Voyez* PRISME). Ainsi la solidité d'un *Parallélepipède* quelconque (*fig.* 2.) est égale au produit de la surface de sa base *B D F H*, multipliée par sa hauteur *L M*.

PARALLÉLIPIPÈDE. (*Voyez* PARALLÉLEPIPÈDE).

PARALLÈLES. *Terme d'Astronomie.* Nom que l'on donne à des *cercles parallèles* à l'équateur et plus petits que lui, et que l'on trace sur les globes célestes et terrestres. Sur les premiers, ils marquent la déclinaison des astres; et sur les derniers ils marquent la latitude des différens lieux de la terre. (*Voyez* CERCLES PARALLÈLES; *voyez aussi* GLOBE CÉLESTE *et* GLOBE TERRESTRE).

PARALLÈLES. (*Cercles*) (*Voyez* CERCLES PARALLÈLES).

PARALLÈLES DE DÉCLINAISON. Nom que l'on

donne en Astronomie, à des cercles *Parallèles* à l'équateur, et que l'on imagine passer par chaque degré, par chaque minute, et par chaque seconde des méridiens, compris entre l'équateur et chaque pole du monde. Ce sont ces *Parallèles* qui marquent la déclinaison des astres (*Voyez* DÉCLINAISON) : de sorte que tous les astres qui sont sous le même *Parallèle*, ont la même déclinaison.

PARALLÈLES DE HAUTEUR. Nom que l'on donne, en Astronomie, à des cercles *Parallèles* à l'horizon, et que l'on imagine passer par chaque degré, par chaque minute et par chaque seconde du méridien, compris entre l'horizon et le zénith. Ces *Parallèles* ont par conséquent leur pole au zénith. Ce sont eux qui terminent la hauteur des astres : de sorte que tous les astres, qui sont sous le même *Parallèle de hauteur*, ont la même hauteur. On les appelle aussi *Almicantaraths*. (*Voyez* ALMICANTARATHS).

PARALLÈLES DE LATITUDE. Nom que l'on donne, en Astronomie, à des cercles *Parallèles* à l'équateur, et à des cercles *Parallèles* à l'écliptique. Comme il y a deux sortes de latitudes, savoir les latitudes géographiques et les latitudes des astres, il y a aussi deux sortes de *Parallèles de latitude*. Lorsqu'il s'agit des latitudes géographiques, les *Parallèles de latitude* sont des cercles *Parallèles* à l'équateur, que l'on trace sur le globe terrestre, et qui sont les mêmes que les *Parallèles de déclinaison*, tracés sur le globe céleste. (*Voyez* PARALLÈLES DE DÉCLINAISON). Mais, lorsqu'il s'agit des latitudes des astres, les *Parallèles de latitude* sont des cercles *Parallèles* à l'écliptique, que l'on trace sur le globe céleste, et que l'on imagine passer par chaque degré, par chaque minute et par chaque seconde du colure des solstices, compris depuis l'écliptique jusqu'à chacun de ses poles. Tous ces *Parallèles* ont leur pole au pole même de l'écliptique. Ce sont eux qui marquent la latitude des astres, de même que les premiers dont nous avons parlé, marquent la latitude des différens lieux de la terre. Ainsi tous les astres qui sont sous le même *Parallèle* à l'écliptique, ont la même latitude ; de même que tous les lieux de

la terre qui sont sous le même *Parallèle* à l'équateur, ont aussi la même latitude.

PARALLELES. (*Lignes*) (*Voyez* LIGNES PARALLÈLES).

PARALLÉLISME. Situation parallèle d'une quantité à l'égard d'elle-même ou de ses parties, ou bien d'une quantité à l'égard d'une autre. Par exemple, le *Parallélisme* de l'axe de la terre consiste en ce que ce globe, dans sa révolution annuelle autour du soleil, maintient son axe dans une situation qui est presque toujours parallèle à elle-même. Je dis presque toujours; car, quoique la différence en soit insensible dans le cours d'une année, elle le devient assez après la révolution de plusieurs années. Voici pour le premier cas.

Donnons maintenant un exemple du second. Si deux rayons solaires, parallèles dans leur incidence, sont réfléchis par une surface plane, avec quelque degré d'inclinaison que ces deux rayons parallèles soient reçus sur cette surface, on observera constamment qu'après la réflexion, ils conserveront leur *Parallélisme*. De même, si deux rayons de lumière, parallèles dans leur incidence, passent obliquement de l'air dans une masse d'eau, par exemple, terminée par une surface plane, ils se réfracteront, mais ils conserveront leur *Parallélisme*, comme aussi en rentrant de l'eau dans l'air, terminée de même par une surface droite. La même chose arrive, dans les mêmes circonstances, avec tous les autres milieux, qui diffèrent en densité, pourvu qu'ils n'aient qu'une médiocre épaisseur. (*Voyez Leç. de Phys. de l'abbé Nollet, tom. V, pag.* 171 *et* 278).

PARALLELOGRAMME. C'est un quadrilatère rectiligne (*Voyez* QUADRILATÈRE), dont les côtés opposés sont parallèles et égaux (*Pl. I, fig.* 17, 18, 19, et 20). Il y a quatre sortes de *Parallélogrammes*, savoir le *Quarré* (*Pl. I, fig.* 18.), le *Rectangle* (*Fig.* 19.), le *Rhombe* (*Fig.* 20.), et le *Rhomboïde* (*Fig.* 17). Le *Quarré* (*Fig.* 18.) a ses quatre côtés *AB*, *BC*, *CD*, *DA* égaux, et ses quatre angles droits. Le *Rectangle* (*Fig.* 19.) a de même ses quatre angles droits; mais il n'a que ses côtés opposés *EF*, *HG*, ou *EH*, *FG* égaux. Le *Rhombe* (*Fig.* 20.) a ses quatre côtés *IK*, *KL*, *LM*,

M I égaux; mais il n'a aucun angle droit. Le *Rhomboïde* (*Fig.* 17.) n'a de même aucun angle droit, et il n'a que ses côtés opposés *P*, *R Q*, ou *O R*, *P Q* égaux.

Pour avoir l'aire du *Parallélogramme*, il faut multiplier l'un de ses côtés, que l'on appelle la *base*, par une perpendiculaire abaissée de l'un de ses angles sur ce côté. Cette perpendiculaire se nomme la *hauteur*. Par exemple, pour avoir l'aire du *Parallélogramme E F G H*, (*Fig.* 19), on multipliera le côté *H G* par la perpendiculaire *E H*: et pour avoir l'aire du *Parallélogramme I K L M* (*Fig.* 20.), on multipliera le côté *M L* par la perpendiculaire *K N*.

Tous les *Parallélogrammes* de même base, et situés entre les mêmes parallèles, sont égaux en surface; car toutes les perpendiculaires qu'on peut abaisser d'un des angles de chacun de ces *Parallélogrammes* sur leur base (qui est un de leurs côtés), sont égales, puisqu'elles sont toutes entre les mêmes parallèles: en multipliant donc leurs bases, que nous supposons égales, par des perpendiculaires égales, le produit sera le même. Donc ces *Parallélogrammes* sont égaux.

En général, les surfaces des *Parallélogrammes* sont entr'elles comme les produits des bases par les hauteurs: et lorsque deux *Parallélogrammes* ont même base, ils sont entr'eux comme leurs hauteurs; et s'ils ont même hauteur, ils sont entr'eux comme leurs bases.

Deux *Parallélogrammes* sont *semblables*, lorsqu'ils sont l'un à l'autre en raison doublée, ou comme les quarrés de leurs côtés homologues. Ainsi les surfaces des *Parallélogrammes* semblables sont entr'elles comme les quarrés des côtés homologues de ces *Parallélogrammes*.

PARAMÈTRE. *Terme de Géométrie.* Nom que l'on donne à une ligne droite d'une grandeur constante, dont on fait usage dans les sections coniques. Par exemple, dans la parabole, le *Paramètre* est une troisième proportionnelle à l'abscisse et à la demi-ordonnée. (*Voyez* PARABOLE). Dans l'ellipse, le *Paramètre* est la troisième proportionnelle aux deux axes; et c'est le *Paramètre* de celui des deux axes qui est le premier terme de la proportion; ou en général le *Paramètre* est la troisième pro-

portionnelle à deux diamètres conjugués ; et c'est le *Paramètre* de celui des deux diamètres conjugués qui est le premier terme de la proportion.

PARASÉLÈNE. Météore représentant une ou plusieurs images de la lune.

Ce météore a la forme d'un anneau lumineux, dans lequel on apperçoit quelquefois une image apparente de la lune, et quelquefois deux.

Pline fait mention de trois lunes qu'on avoit apperçues l'an 632 de la fondation de Rome. Eutrope et Cuspinien nous apprennent que l'on avoit aussi vu trois lunes à Rimini, l'an 234 avant Jésus-Christ. Depuis ce temps, on en a vu plusieurs autres, dont Gorcius fait mention dans son traité des *Parhélies*. *Cassini* parle d'un *Parasélène* qu'il a observé en France en 1693. Ce *Parasélène* n'avoit point de cercles.

Fouchi, de l'Académie des Sciences, en a observé un autre la nuit du 7 au 8 mai 1735, qui étoit accompagné de deux cercles lumineux. (*Voyez les Mém. de l'Acad. des Sciences, année* 1735, *pag.* 585).

Les *Parasélènes* se forment de la même manière que les parhélies. (*Voyez* PARHÉLIE).

PARATONNERRE. On appelle *Paratonnerre* une longue verge de métal terminée par une pointe très-déliée, que l'on dresse sur un bâtiment, en la faisant communiquer avec la terre humide ou avec l'eau, et qui est destinée à soutirer le fluide électrique des nuages orageux qui en approchent d'assez près. *Francklin* a remarqué le premier que, si à un conducteur fortement électrisé on présente, même d'assez loin, une pointe très-fine d'une substance anélectrique, aussitôt les signes d'électricité que donne ce conducteur sont considérament diminués : et cette diminution est d'autant plus considérable, et a lieu d'une distance d'autant plus grande, que la pointe est plus déliée. C'est là ce qu'on a appelé le *pouvoir des pointes*. (*Voyez* POUVOIR DES POINTES). C'est ce pouvoir des pointes qui a fait imaginer à *Francklin* de soutirer, par le même moyen, l'électricité d'un nuage orageux. Voilà l'origine des *Paratonnerres*.

Pour faire un *Paratonnerre*, il suffit d'élever, et d'at-

tacher solidement sur un bâtiment une verge de fer ronde, d'environ 27 millimètres (un pouce) de diamètre, et terminée par une pointe très-déliée, qu'on aura soin de dorer, pour la garantir de la rouille. Il faut que cette verge soit assez longue, pour s'élever plus haut que toutes les parties du bâtiment : il faut bien lui donner 5 ou 6 mètres (15 ou 18 pieds). Il est bon de la faire ronde, afin qu'il ne se trouve aucune partie anguleuse par laquelle le fluide électrique pourroit s'échapper. Et afin de conduire ce fluide électrique jusqu'à la terre humide, on adapte, par le moyen d'un anneau, à la verge élevée, une autre verge, pareillement ronde, qu'on étend sur le toit du bâtiment, en la faisant déborder ce toit d'environ 8 ou 10 décimètres (2 ou 3 pieds), et qu'on fait ensuite descendre verticalement jusqu'à la terre, et de manière qu'elle s'y enfonce à une profondeur suffisante pour joindre la terre humide. On a reconnu qu'il n'est point nécessaire d'isoler cette verge élevée au-dessus du bâtiment, parce que l'expérience prouve que le fluide électrique change de milieu tout le plus tard qu'il peut; qu'il suit plutôt un chemin long en demeurant dans le même milieu, qu'un plus court en en changeant : le fluide soutiré du nuage suivra donc les verges de fer jusqu'à la terre humide, et de cette manière ne causera aucun dommage au bâtiment.

Je pense qu'il vaut mieux n'élever qu'une pointe unique, et non pas plusieurs, sur le même bâtiment : car j'ai toujours observé que les conducteurs qui ne présentent qu'une pointe fine au globe ou au plateau qui les électrise, reçoivent plus de vertu que ceux qui leur présentent une partie large ou armée de plusieurs pointes.

PARÉLIE *ou* PARHÉLIE. Météore représentant une ou plusieurs images du soleil.

Ce météore est donc un faux soleil, sous la forme d'une clarté brillante, qui paroît à côté du soleil et qui est formé, dit-on, par la réflexion de ses rayons sur un nuage qui lui est opposé d'une certaine manière.

Les *Parhélies* sont ordinairement accompagnés de couronnes ou cercles lumineux : leurs couleurs sont semblables à celles de l'arc-en-ciel; le rouge et le jaune

du côté qui regarde le soleil ; le bleu et le violet de l'autre côté. (*Voyez* ARC-EN-CIEL).

Néanmoins on voit quelquefois des cercles entiers sans aucun *Parhélie*, et des *Parhélies* sans cercles.

Leur figure n'est pas aussi parfaitement ronde que celle du soleil ; on leur remarque souvent des angles ; ils ne brillent pas non plus tant que le soleil, quoique leur lumière ne laisse pas d'être quelquefois aussi grande que celle de cet astre. Lorsqu'il en paroît plusieurs à-la-fois, quelques-uns ont moins d'éclat, et sont plus pâles que les autres.

Garcæus, dans son livre des météores, a compilé une histoire exacte des *Parhélies* d'après tous les auteurs qui en parlent, et on voit par cette histoire que les *Parhélies* sont assez communs.

De la Hire observa à Paris en 1689 deux de ces *Parhélies*, et *Cassini* autant en 1693 ; *Gray* en 1700, *Halley* en 1702, et *Maraldi* en 1721, ont décrit ceux qu'ils ont vus, et l'on pourroit en indiquer plusieurs autres. Les quatre *Parhélies* que *Scheiner* vit à Rome, sont d'autant plus remarquables, que *Descartes* et *Huyghens* entreprirent d'en donner l'explication. Les sept soleils qu'*Hévélius* observa à Dantzic en 1661, doivent être regardés comme un phénomène bien surprenant.

Les *Parhélies* sont quelquefois doubles, triples, etc.

En l'année 1629, on vit à Rome un *Parhélie* de cinq soleils ; et en 1666, on en vit un autre de six soleils à Arles.

Les cercles des *Parhélies* diffèrent tant en nombre qu'en grandeur : ils ont cependant tous le même diamètre, lequel est égal au diamètre apparent du soleil. Il se trouve des cercles qui ont le soleil dans leur centre : ces cercles sont colorés, et leur diamètre est de 45 degrés, et même de 90. Plus les couleurs de ces cercles sont vives, plus la lumière du véritable soleil paroît foible.

La matière des *Parhélies* se trouve dans notre athmosphère. Les raisons que nous en avons données dans l'article *Couronne*, concluent pour les *Parhélies*, les cercles colorés qui les accompagnent, n'étant autre chose que des couronnes. Ajoutons-y, 1°. que, suivant les observations exactes des plus habiles physiciens, le temps n'est

jamais parfaitement serein, lorsque les *Parhélies* paroissent; mais l'air se trouve alors chargé d'un brouillard transparent. 2°. Il est rare de voir ces *Parhélies* de deux endroits en même temps, quoiqu'ils soient tous proches les uns des autres. 3°. On les voit d'ordinaire en hiver, lorsqu'il fait froid ou qu'il gèle un peu, tant qu'il règne en même temps un petit vent de nord. 4°. Lorsque les *Parhélies* disparoissent, il commence aussi à pleuvoir ou à neiger, et on voit alors tomber une espèce de neige oblongue faite en manière d'aiguilles. Cependant *Halley* croit que la cause des *Parhélies* est plus élevée que les nuées ordinaires, parce qu'ils paroissent couverts lorsqu'il survient quelques nuées.

Hévélius, fameux astronome, a observé, en 1674, une sorte de *Parhélie* différent des précédens; au lieu d'être à côté du véritable soleil, il se trouvoit perpendiculairement au-dessus, et cela un peu avant le coucher de cet astre. Les couleurs n'étoient pas non plus celles qu'on remarque ordinairement. Le *Parhélie* et le soleil étoient séparés par une nuée. Ce phénomène fut suivi d'une forte gelée qui couvrit la mer Baltique d'une glace épaisse. *Cassini* en a vu de la même nature en 1693.

PAROLE. On donne ce nom à l'espèce de *son* que l'on nomme *articulé*, et il est rendu tel par le moyen de la langue et des lèvres. L'air qui sort de nos poumons, dans le temps de l'expiration, se rend d'abord dans la trachée-artère; et de là passant par la glotte, il arrive dans la bouche. Dans ce passage d'un lieu plus large dans un lieu plus étroit, savoir de la trachée-artère dans la glotte, il acquiert une augmentation de vîtesse; ce qui le met en état d'imprimer aux deux lèvres de la glotte un mouvement de frémissement: il reçoit lui-même dans ses parties insensibles ce même mouvement, et se trouve par-là modifié en *son;* mais ce n'est encore qu'un *son*, et qui demeureroit tel, si rien n'agissoit après. La langue et les lèvres le rendent *son articulé*, auquel on a donné le nom de *Parole*. Aussi dit-on communément que la voix humaine est *air* dans la trachée-artère, *son* dans la glotte, et *Parole* dans la bouche. C'est donc à tort que les anciens ont comparé la trachée-artère avec une flûte, et qu'ils ont assuré que la trachée-artère produisoit la voix, comme le corps

de la flûte produit le son ; car c'est en recevant l'air que la flûte produit le son, et c'est au contraire en le rendant que la trachée-artère contribue à la formation de la voix.

Nous devons donc regarder avec *Dodart (Mém. de l'Acad. des Sciences. Année* 1700, *p.* 238.) la *Glotte* (*Voy.* GLOTTE.) comme le principal organe de la voix, la trachée-artère ne faisant que l'office de porte-vent. Il est aisé de prouver que la trachée-artère ne fait rien au son de la voix ; car on ne parle et on ne chante qu'en rendant l'air ; ce qui se fait lorsqu'il passe de bas en haut dans le temps de l'expiration. Or la trachée-artère, dans le temps de l'expiration, ne peut produire aucun son ; car il faudroit pour cela que l'air qui y passe pendant qu'on parle ou qu'on chante, y passât non-seulement avec vîtesse, mais avec violence. Or cela n'est pas ainsi ; car l'air, en sortant des poumons, ne trouve rien qui lui fasse obstacle ni violence depuis le fond du poumon jusqu'au bas de la trachée-artère, passant insensiblement des branches plus étroites aux plus larges. Il trouve encore moins d'obstacles depuis le bas du large canal de la trachée-artère jusqu'à la glotte exclusivement. Jusque-là, il n'y a donc nulle violence, et par conséquent nul son. De plus, lorsqu'en chantant, on est obligé de reprendre haleine, on inspire avec une extrême vîtesse, et cependant sans bruit, parce qu'alors la glotte est relâchée ; mais dans le chant actuel, on rend l'air lentement et même avec ménagement. Cet air ménagé et poussé lentement se présente à la glotte, étrécie par ses lèvres plus ou moins bandées, pour produire la voix ou ses tons, et y passe avec une vîtesse plus ou moins grande, mais toujours précipitée. Alors l'air fait et souffre violence dans ce détroit. Voilà donc l'endroit précis du son. Il vient donc tout entier de la glotte, et point du tout du canal de la trachée-artère.

L'air sortant avec plus ou moins de vîtesse par la glotte, qui a pour cet effet la faculté de se dilater et de se rétrecir, forme des sons plus ou moins graves. Le son formé de cette manière va retentir dans la cavité de la bouche et dans celle des narines, et, en sortant, il s'articule par le mouvement de la langue et des lèvres. Ainsi la trachée-artère fournit l'air, la glotte forme la

voix

voix et en règle le ton; la langue et les lèvres en font des *Paroles.*

Voilà comment les choses se passent ordinairement. Il est cependant vrai qu'il est possible de parler ou chanter en aspirant : et il y a des gens qui, par habitude, ou par une certaine disposition d'organes, font entendre une voix sourde et étouffée, qui se forme par l'air qui entre dans la trachée-artère : on les appelle *Ventriloques*, c'est-à-dire, qui parlent du ventre.

Quand nous avons dit que la glotte doit être regardée comme le principal organe de la voix, ce n'est pas en la considérant simplement comme une ouverture par laquelle l'air passe en plus ou moins grande quantité, et avec plus ou moins de vîtesse. Il faut encore avoir égard à la tension de ses deux lèvres, et au mouvement de frémissement dont elles sont susceptibles. C'est ce qu'a prouvé *Ferrein. (Voyez les Mémoires de l'Acad. des Sciences*, année 1741, *pag.* 409*)*. C'est pourquoi il appelle l'organe de la voix un instrument à *cordes* et à *vent.* Il est un instrument à *cordes*, eu égard aux différens degrés de tension que peuvent prendre les rubans tendineux, qui bordent les deux lèvres de la glotte. Ces rubans, tendus horizontalement, sont arrêtés par les deux extrémités aux cartilages du larinx, et par un bord seulement à la membrane qui tapisse la voûte de cet organe : ils sont formés de fibres tendineuses très-élastiques : l'ouverture de la glotte est l'intervalle qui sépare ces deux rubans : l'action de l'air qui la traverse, ne peut se déployer que sur eux; ce qui leur imprime un mouvement de frémissement ou de vibration, et les fait résonner comme les cordes des instrumens de musique. *Ferrein* appelle ces rubans *Cordes vocales.* (*Voyez* CORDES VOCALES).

L'organe de la voix est aussi un instrument à *vent*, si l'on considère l'ouverture de la glotte, eu égard aux différentes dimensions qu'elle peut prendre : car les *cordes vocales* qui bordent ses deux lèvres, ne peuvent se tendre qu'en se rapprochant l'une de l'autre; ce qui fait varier les dimensions de son ouverture. D'ailleurs le canal de la bouche s'alonge et se raccourcit suivant la qualité des tons : il s'alonge toujours à l'occasion des

tons graves, et se raccourcit toujours à l'occasion des tons aigus.

Quand une fois la voix est formée et que son ton est réglé, il faut, pour être agréable, qu'elle sorte et par la bouche et par le nez. Que la concavité des narines contribue beaucoup à rendre la voix agréable, cela se conçoit aisément par l'altération du son de la voix dans les rhumes de cerveau, et quand il arrive, par quelque accident ou par une négligence affectée, que l'air ne passe pas avec liberté par le nez, ou n'y passe point du tout. Ceci fait voir combien est impropre l'expression populaire *parler* ou *chanter du nez;* puisque c'est précisément quand on n'en parle point qu'on s'attire ce reproche. Car quand le nez est bouché, le son de la voix n'est désagréable que parce qu'on ne chante ou qu'on ne parle que de la bouche, et que le son qui en sort, n'est pas mêlé à celui que les narines ont coutume de fournir.

PARTICULE. *Terme de Physique.* Ce sont les petites parties dont on suppose que les corps naturels sont composés. On les appelle aussi *parties intégrantes* d'un corps naturel. (*Voyez* PARTIES INTÉGRANTES).

Les particules sont donc comme les élémens des corps; c'est leur arrangement différent et leur contexture, avec la différence de cohésion, qui constitue les différentes sortes de corps, durs, mous, secs, liquides, pesans, légers, etc. (*Voyez* COHÉSION).

Les *Particules* les plus petites ou les corpuscules s'unissent, suivant les Newtoniens, par l'attraction la plus forte, et composent des *Particules* plus grosses, dont l'union est plus foible; et plusieurs de ces *Parties* réunies ensemble, forment des *Particules* encore plus grosses, dont l'union est toujours plus foible; et ainsi par différens degrés, jusqu'à ce que la progression finisse par les *Particules* les plus grosses, desquelles dépendent les opérations chymiques et les couleurs des corps naturels, et qui, en s'unissant, composent les corps de masses sensibles.

PARTIE. C'est ce qui étant ôté d'un *tout*, laisse un reste. Aussi dit-on que le *tout* est plus grand que sa *partie*, car le *tout* contient non-seulement sa *Partie*, mais

encore le reste qui demeure après la soustraction de cette *Partie*.

PARTIES ALIQUANTES. Ce sont celles qui étant répétées un certain nombre de fois, ne peuvent jamais mesurer exactement le *tout;* 5, par exemple, est une *Partie aliquante* de 12.

PARTIES ALIQUOTES. Ce sont celles qui, étant répétées un certain nombre de fois, mesurent exactement le *tout* : ainsi 3 est une *Partie aliquote* de 12.

PARTIES INSENSIBLES. Ce sont celles qui sont réduites à un degré de ténuité tel qu'on ne peut les appercevoir, à moins qu'elles ne soient plusieurs ensemble. La divisibilité des corps peut être poussée au moins jusqu'à ce degré de ténuité. Ainsi on peut assurer que la matière est divisible, du moins en parties insensibles. (*Voyez* DIVISIBILITÉ).

PARTIES INTEGRANTES. On appelle *Parties intégrantes* d'un corps naturel ou d'un mixte, celles qui contiennent encore tous les principes qui entrent dans la composition du mixte, et qui les contiennent combinés de la même façon qu'ils le sont dans le mixte même. De sorte que si quelqu'un des principes, ou même une portion d'un de ces principes s'est évaporée ou a été séparée du reste, par quelque cause que ce soit, la partie qui demeure après cette évaporation ou cette séparation, n'est plus *Partie intégrante* du mixte.

PARTIES SEMBLABLES. Ce sont celles qui sont en même raison avec leur *tout*. Ainsi 6 et 9 sont des *Parties semblables* de 36 et de 54; car elles ont une même raison à leur *tout* : 6 est à 36, comme 9 est à 54, savoir, la sixième partie.

PAS. Mesure qui varie selon les lieux où elle est en usage, et dont on se sert pour mesurer différentes dimensions. On distingue le *Pas*, en *Pas commun* ou *ordinaire*, et en *Pas double* ou *géométrique*. Le premier est de 2 pieds et demi (812 millimètres), et le second est de 5 pieds (1624 millimètres). Ces mesures ne sont pas égales partout, parce que le pied, qui sert à les déterminer, varie de grandeur en différens lieux. (*Voyez* PIED).

PASSAGE. Nom que l'on donne, en astronomie, à

l'arrivée du centre d'un astre à un point donné du ciel, comme par exemple, au méridien. Ainsi l'arrivée du centre du soleil ou d'une planète ou d'une étoile au méridien, est ce qu'on appelle son *Passage au méridien*. Le moment du *Passage* du soleil au méridien d'un lieu, est celui qui marque le midi vrai pour ce lieu.

On appelle aussi *Passage*, la situation d'un astre vis-à-vis d'un autre, respectivement à la terre; de façon que l'un de ces astres nous paroisse *passer* devant l'autre : comme lorsque Vénus ou Mercure se trouvant placé entre la terre et le soleil, nous paroît *passer* sur le disque de cet astre. Ces *Passages* n'arrivent que lorsque Vénus et Mercure, dans leur conjonction inférieure, n'ont pas une latitude plus grande que le demi-diamètre du soleil; c'est-à-dire, lorsque la conjonction arrive fort près du nœud, tout au plus à la distance de 1 degré 45 minutes pour Vénus.

Ces *Passages* sont fort importans; ils fournissent un moyen de déterminer exactement le lieu du nœud de Mercure ou de Vénus. Les *Passages* de Vénus sur le soleil ont surtout l'avantage singulier de pouvoir faire connoître, avec exactitude, la parallaxe du soleil (*Voy.* PARALLAXE), d'où dépendent les distances de toutes les planètes entr'elles, et par rapport au soleil et à la terre. C'est ce qui leur donne une si grande célébrité. Il est fâcheux qu'ils soient si rares.

PASSE-VIN. Instrument de Physique, qui sert à faire traverser une liqueur plus pesante par une autre moins pesante, placée sous la première, en les faisant mutuellement changer de place. Cette expérience se fait ordinairement avec de l'eau et du vin; d'où vient le nom de *Passe-vin*. L'instrument est composé d'une espèce de petite burette de verre *AB* (*Pl. X, fig.* 9.), percée à son fond *B*, et jointe par un tuyau creux *C* à un petit matras *D*. On remplit d'abord de vin le petit matras *D* jusqu'au haut de son col *C*: on remplit ensuite d'eau la petite burette *AB*. L'eau étant plus pesante que le vin, tend à occuper le lieu le plus bas; elle s'empare donc de la moitié du canal *C* pour se porter dans le matras *D*, tandis que l'autre moitié du canal laisse passer une petite colonne de vin, qui traverse l'eau dans la

burette *A B*, en représentant assez bien l'image de la fumée qui sort d'une cheminée et traverse l'air : de manière qu'en peu de temps, toute l'eau est passée dans le matras *D*, et tout le vin dans la burette *A B*. Ces deux liqueurs ne se mêlent point ensemble, quoiqu'il y ait peu de différence dans leurs densités, et qu'il y ait beaucoup d'analogie entr'elles, parce que, par le mécanisme de l'instrument, elles se divisent peu, et par-là les frottemens qu'elles éprouvent sont moindres ; et que l'effet ne se produit que lentement. Il n'en seroit pas de même, si l'ouverture, par laquelle les deux vases communiquent, étoit beaucoup plus grande : l'eau et le vin se mêleroient brusquement ; et, étant très-divisés, ne pourroient plus se séparer, à cause des frottemens considérablement augmentés par l'augmentation des surfaces qui naît de la division.

PAUPIERES. Les *Paupières* sont deux prolongemens de la peau, dont l'usage est de recouvrir la partie antérieure du globe de l'œil (*Voyez* Œil), et la garantir des injures extérieures. Elles sont bordées dans leurs extrémités d'un cartilage nommé *Tarse* (*Voyez* Tarse) qui sert à tenir leurs bords toujours tendus, et rend par-là leur application plus exacte.

Les *Paupières* sont couvertes dans toute leur surface intérieure des muscles qui servent à les mouvoir. On n'en compte pour l'ordinaire que deux ; savoir un pour relever la *Paupière* supérieure, qu'on appelle son *Releveur propre* ; et un pour les rapprocher l'une de l'autre, appelé *Orbiculaire*. Le *Releveur propre* a son attache fixe au fond de l'orbite, et son attache mobile au bord de la *Paupière* supérieure. Le muscle *orbiculaire* a ses attaches fixes à tout le bord de l'orbite, et ses attaches mobiles aux deux *Paupières*.

PÉDOMETRE. (*Voyez* Odomètre).

PÉGASE. Nom que l'on donne, en astronomie, à une des constellations de la partie septentrionale du ciel, et qui est placée entre le petit cheval et la constellation des poissons. *Pégase* est une des 48 constellations formées par *Ptolémée*. (*Voyez l'Astronomie de la Lande, pag.* 170).

PEINTRE. (*Chevalet du*) (*Voyez* CHEVALET DU PEINTRE).

PENDULE. Corps lourd attaché par un fil ou par une verge à un point fixe, autour duquel il peut décrire des arcs. Tel est le corps *A* (*Pl. VI, fig.* 5.) suspendu par le fil *CE* au point fixe *C*, autour duquel il peut décrire des arcs plus ou moins grands, tels que *BD*, *FG*, etc.

Le mouvement du *Pendule*, que l'on appelle *Oscillation*, est causé par la pesanteur du corps *A*. (*Voyez* OSCILLATION).

On distingue deux sortes de *Pendules*, le *simple* et le *composé*.

Le *Pendule simple* seroit celui dont le fil de suspension n'auroit aucune pesanteur, et dont le corps lourd *A* ne peseroit que par un seul point, comme si, par exemple, toute sa pesanteur résidoit au centre.

Le *Pendule composé* est celui qui pèse par plusieurs points : et c'est là le cas ordinaire, puisque la verge de suspension est ordinairement de métal : et quand elle seroit de bois ou de quelqu'autre matière, ce seroit le même cas ; car elle ne seroit pas sans pesanteur. D'où l'on doit conclure que tous nos *Pendules* sont composés. Cependant la plupart des choses que nous avons à dire dans cet article, doivent s'entendre du plus simple.

L'expérience prouve qu'un corps emploie, pour descendre obliquement par une corde quelconque d'un cercle, un temps égal à celui qu'il emploie à tomber verticalement par le diamètre entier de ce même cercle. Mais un *Pendule CB* descend par l'arc *BFA*, et non pas par la corde *BA* ; et sa chûte par l'arc est plus prompte que par la corde. S'il suivoit la corde, il emploieroit donc, à faire sa demi-vibration, un temps égal à celui qu'il lui faudroit pour tomber verticalement par le diamètre d'un cercle, dont sa longueur *CA* est le rayon ; mais il y a une proportion réglée entre la chûte par l'arc et la chûte par la corde : elle est à très-peu de choses près comme 51 à 65. Il y a donc la même proportion entre la chûte par l'arc et la chûte par le diamètre ; lequel est déterminé par la longueur du *Pendule*. D'où il suit qu'un *Pendule*, dont la longueur est constante, est l'ins-

trument le plus propre à mesurer des temps égaux. *Galilée*, qui le premier a fait des recherches sur le mouvement du *Pendule*, s'en est servi avec beaucoup de succès pour ses observations et ses expériences ; ce qui lui a valu une exactitude et une précision qu'il auroit eu bien de la peine à se procurer autrement. Mais la manière dont il en a fait usage demandoit trop de soins pour que cet instrument fût à la portée de tout le monde. Il falloit ranimer le mouvement, qui étoit ralenti à chaque instant par la résistance de l'air : de plus, il falloit compter les vibrations l'une après l'autre, pour en avoir la somme.

Huyghens a fait du *Pendule* une application beaucoup plus utile, et dont tout le monde peut profiter, en le joignant aux horloges pour régler leur mouvement. Ces sortes de machines sont animées par un ressort ou par un poids, qui met en mouvement plusieurs roues, par le moyen desquelles les aiguilles parcourent les graduations du cadran. Pour empêcher ce mouvement de se précipiter, il est retenu par un modérateur : tel est encore le *Balancier* dans les montres de poche. C'est donc à ce modérateur imparfait que *Huyghens* a substitué le *Pendule*, en l'adaptant à la pièce d'*Echappement*, qui est celle qui règle le mouvement de toutes les roues, afin que ses vibrations, dont la durée est toujours égale, tant que sa longueur demeure la même, pussent rectifier les petites irrégularités de la machine.

On remarqua que les oscillations d'un *Pendule*, qui se font par des arcs plus ou moins grands, quoique d'un même cercle, ne sont pas d'une durée parfaitement égale: celles qui se font dans de grands arcs, y emploient des temps plus longs : c'est ce qui engagea *Huyghens* à chercher une courbe d'oscillation dans laquelle il fut absolument indifférent que le *Pendule* mesurât de grands ou de petits arcs. Il trouva que la cycloïde avoit la propriété qu'il cherchoit (*Voyez* CYCLOÏDE), et il la substitua au cercle. Pour cela, il rendit flexible la partie supérieure *CM* (*Pl. VI, fig.* 6.) de la verge du *Pendule CA*, et plaça de chaque côté du centre *C* du mouvement une portion du cycloïde *CE* et *CF*, dont le cercle générateur *H* avoit pour diamètre la moitié de la longueur.

du *Pendule C A*. Moyennant cela, lorsque le *Pendule* fait ses oscillations, la partie flexible *C M* de sa verge est contrainte de s'envelopper alternativement sur les portions de cycloïde *C E* et *C F*; ce qui oblige le corps *A* de se mouvoir dans l'arc de cycloïde *E A F*, et non pas dans l'arc de cercle *B A D*. Or la cycloïde est une courbe d'une nature telle qu'un *Pendule* qui s'y meut, arrive toujours dans des temps égaux au point *A* le plus bas, quelle que soit la hauteur d'où il commence à tomber : de manière que toutes ses vibrations, grandes ou petites, sont parfaitement isochrones ou d'égale durée.

Cette invention, quoique très-ingénieuse, n'a pas été d'un long usage. La grande difficulté qu'il y a de former des arcs cycloïdaux bien exacts, et l'inconvénient de rendre flexible la partie supérieure de la verge, l'ont fait abandonner très-promptement, d'autant mieux qu'on a remarqué que le cercle et la cycloïde se confondent dans la partie inférieure *G I* : de manière qu'en ne faisant décrire par le *Pendule* que des arcs d'une très-petite étendue, il est égal de lui faire faire ses oscillations dans le cercle ou dans la cycloïde : c'est en effet le parti que l'on a pris depuis dans l'horlogerie.

Nous avons dit que toutes les vibrations d'un *Pendule* sont de même durée, tant que sa longueur est la même : il faut ajouter à cela que c'est à condition que ce sera dans le même lieu, ou du moins dans un lieu d'une latitude semblable. C'est à *Richer* à qui nous devons cette connoissance. Etant allé, en 1672, à Cayenne, par ordre du roi, pour y faire des observations, il remarqua qu'un *Pendule* d'une longueur convenable pour battre les secondes à Paris, mesuroit à Cayenne des temps plus longs. Pour lui faire battre les secondes à Cayenne, il fallut le raccourcir de 1 $\frac{1}{4}$ ligne (2,8 millimètres); longueur beaucoup plus considérable que celle qu'il pouvoit avoir acquise par la chaleur du climat : ce qui prouva d'une manière incontestable que les corps tombent plus lentement vers l'équateur qu'ailleurs, et au contraire plus vite vers les poles. (*Voyez* PESANTEUR). Pour que plusieurs *Pendules* placés en différens lieux, mesurent tous des temps égaux, il faut donc qu'ils aient plus de

longueur vers les poles que vers l'équateur. Cette longueur se détermine par la distance qu'il y a entre le centre d'oscillation, ou, ce qui est la même chose, le centre de gravité du *Pendule simple*, et le centre de mouvement ou le point de suspension *C*. Pour qu'un *Pendule* mesure les secondes à Paris, il faut que sa longueur soit, suivant *Borda*, de 3 pieds 8 $\frac{56}{100}$ lignes, ou de 994,$^{m.mt.}$ Le *Pendule* décimal, celui qui mesureroit les secondes d'une horloge décimale, et qui feroit 100000 vibrations par jour, devroit avoir pour longueur 328,^{l}933 ou 742,$^{m.mt.}$ Il faut que ces *Pendules* soient plus courts à mesure qu'on approche de l'équateur; et plus longs, en allant vers les poles.

Le *Pendule* ne peut mesurer des temps égaux dans le même lieu qu'autant que sa longueur demeure constamment la même; mais il y a des causes absolument inévitables qui la font varier continuellement. Tous les corps changent de dimension par le chaud et le froid: la même chose arrive à la verge du *Pendule*: la chaleur la fait alonger, le froid la raccourcit. On a pensé à remédier à cet inconvénient, en opposant à elle-même la cause physique d'où il procède; c'est-à-dire, en faisant en sorte que la même chaleur qui fait alonger la verge du *Pendule*, fasse aussi remonter d'autant le centre de gravité ou d'oscillation du même *Pendule*, afin qu'il demeure toujours la même distance entre ce dernier point et le centre de mouvement, ou le point de suspension. *Graham*, fameux horloger de Londres, est le premier à qui cette idée s'est offerte, et qui a commencé à la mettre en exécution. Ensuite *Julien Le Roi* à Paris, et *Ellicot* à Londres, ont fait usage, pour parvenir au même but, d'un moyen plus commode. Ils ont employé tous deux, quoique par des procédés différens, l'excès de l'alongement du cuivre jaune sur celui du fer par le même degré de chaleur. C'est ce que l'on fait à présent dans l'horlogerie. La manière la plus simple et la plus usitée, est celle qui suit. La verge *c b* (*Pl. VI. fig.* 11.), qui porte le corps grave *O*, que l'on appelle *Lentille*, parce qu'on lui en donne ordinairement la forme, laquelle verge est d'acier, et composée de deux pièces séparées *C a* et *a b*.

La pièce supérieure *C a* est fixée à un chassis composé de deux traverses de cuivre *d f* et *e g*, et de deux verges d'acier *d e* et *f g*. La pièce inférieure *a b* est attachée par le moyen d'une goupille à la petite traverse de cuivre *k h*, et glisse librement dans un trou pratiqué à la traverse inférieure *e g*; *k l* et *h i* sont deux verges de cuivre jaune, fixées à demeure sur la traverse inférieure *e g*, et dont les extrémités supérieures s'appliquent dessous la traverse *k h*. Si la chaleur vient à dilater tout cet assemblage, la verge du *Pendule C a b* s'alonge; ce qui fait éloigner la lentille *O* du point de suspension *C*; mais la même chaleur alongeant les deux verges de cuivre *k l* et *h i* plus qu'elle n'alonge les deux verges d'acier correspondantes *d e* et *f g*, l'excès de l'alongement du cuivre, qui ne peut pas se porter en en-bas, fait remonter la traverse *k h* vers la traverse *d f*; ce qui fait rapprocher la lentille *O* du point de suspension *C*. Si le tout est bien proportionné, la lentille remonte autant par l'excès de l'alongement du cuivre, qu'elle descend par l'alongement de l'acier; et par ce moyen le centre d'oscillation *O* se trouve toujours également distant du centre de mouvement *C*. Pour que la proportion soit exacte, comme elle doit l'être, il faut que la longueur de chaque verge de cuivre soit à la longueur du *Pendule*, comme la dilatation de l'acier est à celle du cuivre; c'est-à-dire, qu'il faut que les longueurs de ces verges de métal soient en raison inverse de leurs dilatations. La dilatation de l'acier est à celle du cuivre jaune à-peu-près comme 3 est à 5.

Théorie du mouvement des Pendules. 1°. Un *Pendule* élevé en *B* (*Pl. LXXVI, fig.* 36.), retombera par l'arc de cercle *B A*, et s'élevera encore en décrivant un arc *A D* de même grandeur, jusqu'à un point *D*, aussi haut que le premier; de là il retombera en *A*, et se relevera jusqu'en *B*, et continuera ainsi perpétuellement de monter et de descendre.

Car supposons que *H I* soit une ligne horizontale, et que *B D* lui soit parallèle; si le corps *A*, que l'on considère ici comme un point, est élevé en *B*; la ligne de direction *B H* étant une perpendiculaire tirée du centre de pesanteur *B* sur la ligne horizontale *H I*, tombe hors

du point C, et par conséquent l'action de la pesanteur n'est point détruite par la résistance de la verge BC, comme elle l'est lorque la verge est dans une situation verticale CA; le corps ne sauroit donc rester en B, il faut qu'il descende.

Mais ne pouvant, à cause du fil qui le retient, tomber perpendiculairement par BH, il sera forcé de décrire l'arc BA: de plus, quand il arrive en A, il tend à se mouvoir suivant la tangente AL, avec la vîtesse qu'il a acquise en tombant le long de l'arc BA; et cette vîtesse est égale à celle qu'il auroit acquise en tombant de la hauteur BH ou FA; et comme le corps ne peut se mouvoir suivant AI, à cause du fil qui le retient, il est obligé de se mouvoir sur l'arc AD. Or, en montant le long de cet arc, la pesanteur lui ôte à chaque instant autant de degrés de vîtesse qu'elle lui en avoit donnés, lorsqu'il descendoit le long de l'arc BA; d'où il s'ensuit que lorsqu'il sera arrivé en D, il aura perdu, par l'action successive et répétée de la pesanteur, toute la vîtesse qu'il avoit au point A; donc, quand il sera arrivé en D, il cessera de monter, et redescendra par l'arc DA pour remonter jusqu'en B, et ainsi de suite. (*Voyez* ACCÉLÉRATION *et* PESANTEUR).

Ce théorême est confirmé par l'expérience dans un nombre fini d'oscillations; mais si on les supposoit continuées à l'infini, on appercevroit enfin quelque différence; car la résistance de l'air et le frottement autour du centre C, détruira une partie de la force acquise en tombant: ainsi le corps ne remontera pas précisément au même point.

C'est pourquoi la hauteur, à laquelle le *Pendule* remonte, diminuant considérablement, les oscillations cesseront enfin, et le *Pendule* demeurera en repos dans la direction perpendiculaire à l'horizon, qui est sa direction naturelle. On fait cependant abstraction de la résistance de l'air et du frottement que le *Pendule* éprouve à son point de suspension, lorsqu'on traite des oscillations des pendules, parce qu'on ne les considère que dans un temps très-court; et que, dans un petit espace de temps, ces deux obstacles ne font pas un effet sensible sur le *Pendule*. Ainsi les vibrations du même *Pendule*,

dans des petits arcs de cercle inégaux, s'achèvent dans des temps sensiblement égaux, quoiqu'ils ne le soient pas géométriquement, et que divers inconvéniens puissent les augmenter ou les diminuer.

Les oscillations dans des plus grands arcs se font toujours dans un temps un peu plus long, et ces petites différences, qui sont très-peu de chose dans un temps très-court et dans de très-petits arcs, deviennent sensibles, lorsqu'elles sont accumulées dans un temps plus considérable, ou que les arcs diffèrent sensiblement. Or mille accidens, soit du froid, soit du chaud, soit quelques saletés qui peuvent se glisser entre les roues de l'horloge, peuvent faire que les arcs décrits par le même *Pendule*, ne soient pas toujours égaux, et par conséquent les temps marqués par l'aiguille de l'horloge, dont les vibrations du *Pendule* sont la mesure, seroient ou plus courts ou plus longs.

L'expérience s'est trouvée conforme à ce raisonnement; car *Derham* ayant fait osciller dans la machine pneumatique un *Pendule*, qui faisoit ses vibrations dans un cercle, il trouva que, lorsque l'air étoit pompé de la machine, les arcs que son *Pendule* décrivoit étoient d'un cinquième de pouce ($5,^{m.mt.}4$) plus grands de chaque côté que dans l'air, et que ses oscillations étoient plus lentes de deux secondes par heure. Les vibrations du *Pendule* étoient plus lentes de 6 secondes par heure dans l'air, lorsqu'on ajustoit le *Pendule* de façon que les arcs qu'il décrivoit fussent augmentés de cette même quantité d'un cinquième de pouce ($5^{m.mt.}4$) de chaque côté, *Trans. Phil.* n°. 294; car l'air retarde d'autant plus le mouvement des *Pendules*, que les arcs qu'ils décrivent sont plus grands. Le *Pendule* parcourt de plus grands arcs dans le vide, par la même raison qui fait que les corps y tombent plus vite; c'est-à-dire, parce que la résistance de l'air n'a pas lieu dans ce vide. Enfin *Derham* remarque que les arcs décrits par son *Pendule* étoient un peu plus grands, lorsqu'il avoit nouvellement nettoyé le mouvement qui le faisoit aller.

C'est pour remédier à l'inégalité du mouvement des *Pendules*, que *Huyghens* imagina de faire osciller les *Pen-*

dules dans des arcs de cycloïde, au lieu de leur faire décrire des arcs de cercle.

2°. Si le *Pendule* simple est suspendu entre deux demi-cycloïdes *CB* et *CD* (*Pl. LXXVI, fig.* 37.), dont les cercles générateurs aient leur diamètre égal à la moitié de la longueur du fil *CA*, de manière que le fil, en oscillant, s'applique ou se roule autour des demi-cycloïdes; toutes les oscillations, quelle que soit la différence ou l'inégalité de leur grandeur, seront isochrones, c'est-à-dire, se feront en des temps égaux.

Car, puisque le fil du *Pendule CE* est roulé autour de la demi-cycloïde *BC;* le centre de pesanteur de la boule *E*, que l'on y considère comme un point, décrira, par son développement, un cycloïde *BEAD*, comme on le démontre par la théorie de cette courbe : or toutes les ascensions et descentes dans un cycloïde sont isochrones, ou se font en temps égaux : c'est pourquoi les oscillations du *Pendule* sont aussi isochrones. (*Voyez* CYCLOÏDE).

Imaginons présentement qu'avec la longueur du *Pendule CA*, on décrit un cercle du centre *C* : il est certain qu'une portion très-petite de la cycloïde, proche le sommet *A*, est presque décrite par le même mouvement; car si le fil *CA* ne décrit qu'une très-petite portion de la cycloïde, comme *AL*, il ne s'enveloppera autour des cycloïdes *CB*, *CD*, que par une petite partie de son extrémité vers *C*, et les points *A*, *L* seront sensiblement à la même distance du point *C;* c'est pourquoi un petit arc de cercle se confondra presque entièrement avec la cycloïde.

Ainsi, dans les petits arcs de cercle, les oscillations des *Pendules* seront sensiblement isochrones, quoiqu'inégales entr'elles; et le rapport au temps de la descente perpendiculaire par la moitié de la longueur du *Pendule*, est le même que celui de la circonférence d'un cercle à son diamètre, comme *Huyghens* l'a démontré pour la cycloïde.

D'où il suit que plus les *Pendules* qui oscillent dans des arcs de cercle sont longs, plus les oscillations sont isochrones; ce qui s'accorde avec l'expérience; car dans deux grands *Pendules* d'égale longueur, mais qui oscil-

lent dans des arcs inégaux, pourvu néanmoins que l'un de ces arcs ne soit pas trop grand, à peine appercevra-t-on quelqu'inégalité ou différence dans le nombre de cent oscillations. D'où il suit encore que l'on a une méthode de déterminer l'espace que parcourt, en un temps donné, un corps pesant qui tombe perpendiculairement. Car ayant le rapport du temps d'une oscillation au temps de la chûte par la moitié de la longueur du *Pendule*, on a le temps de la chûte par la moitié de la longueur du *Pendule;* d'où l'on peut déduire l'espace qui sera parcouru dans tout autre temps donné quelconque.

C'est au célèbre *Huyghens* que nous sommes redevables de toute la théorie des *Pendules*, qui oscillent entre deux demi-cycloïdes, tant par rapport à la théorie qu'à la pratique : il la publia d'abord dans son *Horologium oscillatorium, sive demonstrationes de motu pendulorum*, etc.

Depuis ce temps, on a démontré en beaucoup de manières différentes tout ce qui regarde le mouvement des *Pendules*, et le célèbre *Newton* nous a donné dans ses *Principes* une belle théorie sur ce sujet, dans laquelle il a étendu aux épicycloïdes les propriétés que *Huyghens* avoit démontrées de la cycloïde.

3°. L'action de la pesanteur est moindre dans les parties de la terre où les oscillations du même pendule sont plus lentes; et elle est plus grande où elles sont plus promptes.

Car le temps d'une oscillation dans la cycloïde, est au temps de la descente perpendiculaire par le diamètre du cercle générateur, comme la circonférence du cercle est au diamètre. Par conséquent, si les oscillations du même pendule sont plus lentes, la descente perpendiculaire des corps pesans est aussi plus lente; c'est-à-dire, que le mouvement est moins accéléré, ou que la force de la pesanteur est moindre, et réciproquement.

Ainsi, comme l'on trouve par expérience que les oscillations du même *Pendule* sont plus lentes près de l'équateur que dans les endroits moins éloignés du pole, la force de la pesanteur est moindre vers l'équateur que vers les poles; et de là on a conclu que la figure de la terre

n'est pas précisément une sphère, mais un sphéroïde. (*Voyez* FIGURE DE LA TERRE).

4°. Si deux *Pendules* font leurs vibrations dans des arcs semblables, les temps de leurs oscillations sont en raison soudoublée de leurs longueurs.

D'où il suit que les longueurs des *Pendules*, qui font leurs vibrations dans des arcs semblables, sont en raison doublée des temps que durent les oscillations.

5°. Les nombres des oscillations isochrones faites dans le même temps par deux *Pendules*, sont réciproquement comme les temps employés aux différentes vibrations.

Ainsi les longueurs des *Pendules*, qui font leurs vibrations dans des petits arcs semblables, sont en raison doublée réciproque des nombres d'oscillations faites dans le même temps.

6°. Les longueurs des *Pendules*, suspendus entre deux cycloïdes, sont en raison doublée des temps pendant lesquels se font les différentes oscillations. D'où il suit qu'elles sont en raison doublée réciproque des nombres d'oscillations faites dans le même temps; et que les temps des oscillations, faites en différentes cycloïdes, sont en raison soudoublée des longueurs des *Pendules*.

Remarquez que ces loix du mouvement des *Pendules* ne s'observeront pas à la rigueur, à moins que le fil qui soutient la boule, n'ait aucun poids, et que la pesanteur de tout le poids ne soit réunie en un seul point.

C'est pourquoi il faut se servir dans la pratique d'un fil très-fin et d'une petite boule, mais d'une matière fort pesante; sans cela, le *Pendule*, de simple qu'on le suppose, deviendroit composé, et ce seroit presque la même chose que si différens poids étoient appliqués à différens endroits de la même verge inflexible.

Il est certain que le *Pendule* est l'instrument le plus parfait pour la mesure du temps. On a proposé aussi les différentes longueurs du *Pendule*, comme une mesure invariable et universelle des longueurs, pour les contrées et les siècles les plus éloignés.

Ainsi ayant une fois trouvé un *Pendule* dont une vibration est précisément égale à une seconde de temps,

prise sur le moyen mouvement du soleil, si le pied horaire (ainsi que *Huyghens* appelle la troisième partie de son *Pendule* à seconde) comparé au pied qui sert, par exemple, d'étalon en France, est comme 2203 à 2160, il sera aisé, par le calcul, de réduire à ces pieds toutes les autres mesures du monde; les longueurs des pendules, comptées du point de suspension jusqu'au centre d'oscillation, étant les unes aux autres comme les quarrés des temps, pendant lesquels se font les différentes oscillations : elles sont donc réciproquement comme les quarrés des nombres d'oscillations qui se font dans le même temps. C'est sur ce principe que *Mouton*, chanoine de Lyon, a composé un traité *de Mensura posteris transmittenda.*

Peut-être même seroit-il à souhaiter que toutes les nations voulussent s'accorder à avoir une mesure commune, qui seroit, par exemple, celle du pendule à secondes : par-là, on éviteroit l'embarras et la difficulté de réduire les unes aux autres les mesures des différentes nations; et si les anciens avoient suivi cette méthode, on connoitroit plus exactement, qu'on ne fait aujourd'hui, les diverses mesures dont ils se servoient.

Cependant quelques savans croient que cette méthode a des inconvéniens. Selon eux, pour réussir à la rendre universelle, il faudroit que la pesanteur fût la même à tous les points de la surface de la terre. En effet, la pesanteur étant la seule cause de l'oscillation du *Pendule*, et cette cause étant supposée rester la même, il est certain que la longueur du *Pendule*, qui bat les secondes, devroit être invariable, puisque la durée des vibrations dépend de cette longueur, et de la force avec laquelle les corps tombent vers la terre. Par conséquent la mesure qui en résulte, seroit universelle pour tous les pays et pour tous les temps; car nous n'avons aucune observation qui nous porte à croire que l'action de la gravité soit différente dans les mêmes lieux en différens temps.

Mais des observations incontestables ont fait connoître que l'action de la pesanteur est différente dans différens climats, et qu'il faut toujours alonger le *Pendule* vers le pole, et le raccourcir vers l'équateur.

Ainsi,

Ainsi, on ne sauroit espérer de mesure universelle que pour les pays situés dans une même latitude.

Comme la longueur du *Pendule* qui bat les secondes à Paris, a été déterminée avec beaucoup d'exactitude, on pourroit y rapporter toutes les autres longueurs.

Pour rendre la mesure universelle, il faudroit avoir par l'expérience des tables des différences des longueurs du *Pendule* qui battroit les secondes dans les différentes latitudes. Mais il n'est nullement aisé de déterminer ces longueurs par l'expérience avec la précision nécessaire pour en bien connoître les différences, qui dépendent quelquefois de moins que d'un quart de ligne. Pour connoître la quantité de l'action de la pesanteur dans un certain lieu, il ne suffit pas d'avoir une horloge à *Pendule*, qui batte les secondes avec justesse dans ce lieu; car ce n'est pas la seule pesanteur qui meut le *Pendule* d'une horloge, mais l'action du ressort, et en général tout l'assemblage de la machine agit sur lui, et se mêle à l'action de la gravité pour le mouvement. Il n'est question que de trouver la quantité de l'action de la seule pesanteur; et, pour y parvenir, on se sert d'un corps grave suspendu à un fil, lequel, étant tiré de son point de repos, fait les oscillations dans des petits arcs de cercle, par la seule action de la pesanteur. Afin de savoir combien ce *Pendule* fait d'oscillations dans un temps donné, on se sert d'une horloge à *Pendule* bien réglée pour le temps moyen, et l'on compte le nombre d'oscillations que le *Pendule* d'expérience, c'est-à-dire, celui sur qui la pesanteur agit, a fait, pendant que le *Pendule* de l'horloge a battu un certain nombre de secondes. Les quarrés du nombre des oscillations que le *Pendule* de l'horloge et le *Pendule* d'expérience font en un temps égal, donnent le rapport entre la longueur du *Pendule* d'expérience, et celle du *Pendule* simple qui feroit ses oscillations par la seule force de la pesanteur, et qui seroit isochrone au *Pendule* composé de l'horloge, et qui par conséquent battroit les secondes dans la latitude où l'on fait l'expérience : et cette longueur est celle du *Pendule* que l'on cherche.

Voilà un précis de ce que quelques savans ont pensé sur cette mesure universelle tirée du *Pendule*; on pour-

roit y répondre qu'à la vérité la longueur du *Pendule* n'est pas exactement la même dans tous les lieux de la terre; mais, outre que la différence en est assez petite, on ne peut disconvenir, comme ils l'avouent eux-mêmes, que la longueur du *Pendule* ne demeure toujours la même dans un même endroit; ainsi les mesures d'un pays ne seroient au moins sujettes à aucune variation, et on auroit toujours un moyen de les comparer aux mesures d'un autre pays avec exactitude et précision. On peut voir sur ce sujet les réflexions de *la Condamine* dans les *Mémoires de l'Académie, année* 1747. Mais il ne suffit pas, pour l'universalité des mesures, qu'un pays en ait d'invariables; il faut des mesures que les habitans de tous les pays puissent adopter, et regarder comme leur appartenant. C'est ce que les Français viennent de faire, en prenant, pour élément des mesures, une partie décimale de la distance de l'équateur au pole ou du quart du méridien terrestre. (*Voyez* MESURES NOUVELLES).

Huyghens détermine la longueur du *Pendule* qui bat les secondes, à trois pieds trois pouces, et trois dixièmes d'un pouce d'Angleterre, suivant la réduction de *Moor*: à Paris, *Varin*, *Deshays* et de *Glos*, ont trouvé la longueur du *Pendule* à secondes de 440 lignes $\frac{1}{9}$; *Godin* de 440 lignes $\frac{1}{9}$; *Picard* de 440 et $\frac{1}{2}$, et il trouva la même dans l'île de Henne, à Lyon, à Bayonne et à Sette. *Mairan* ayant répété l'expérience, en 1735, avec beaucoup de soin, l'a trouvé de 440 lignes $\frac{17}{30}$, qui ne diffère de la longueur de *Picard* que de $\frac{1}{90}$ de ligne; et dernièrement *Borda* et *Coulomb* ont trouvé cette longueur de 440 lignes $\frac{60}{100}$. Ainsi on peut s'en tenir à l'une ou à l'autre de ces mesures pour la longueur exacte du *Pendule* à secondes, à Paris.

Entre les découvertes sur le *Pendule*, les Anglois attribuent à *Christophe Wren*, un des plus illustres architectes de son siècle, les suivantes. Ils prétendent qu'il a trouvé le premier que le *Pendule*, dans un tour et retour, se ment inégalement en des temps égaux selon une ligne de *Sinus;* qu'il pourroit se mouvoir d'une manière circulaire ou elliptique, et que ses vibrations auroient les mêmes périodes que celles qui sont alterna-

tives; que par la jonction de plusieurs *Pendules*, qui dépendroient les uns des autres, on pourroit représenter les mouvemens des planètes, ou d'autres plus embarrassés encore; ce qui n'empêcheroit pas ces *Pendules* de faire sans confusion, de même que les planètes, trois ou quatre mouvemens différens, en agissant sur le même corps en diverses périodes; enfin qu'on pourroit trouver une mesure universelle pour l'usage ordinaire, par le moyen du *Pendule*.

La verge du *Pendule* doit avoir une force raisonnable; trop grosse, elle fait monter le centre d'oscillation du *Pendule*, d'où résultent de plus grandes résistances de la part de l'air et du point de suspension; trop foible, au contraire, les vibrations occasionnent en elle de petits frémissemens qui altèrent sensiblement le mouvement du *Pendule*.

Des effets du froid et du chaud sur la verge *du Pendule*. *Windelinus* s'apperçut le premier que les différens degrés de chaleur et de froid, dilatant plus ou moins la *verge d'un Pendule*, occasionnoient quelques irrégularités dans le mouvement de l'horloge où il étoit appliqué.

On fut long-temps sans ajouter foi à sa découverte, mais l'expérience et la perfection où l'on porta par après les horloges à pendule, confirmèrent si bien l'existence des erreurs qu'il avoit fait remarquer, que depuis on a eu recours à divers moyens pour les faire évanouir.

L'expédient le plus simple qu'on puisse employer pour diminuer ces erreurs, est sans doute de choisir les matières sur lesquelles la chaleur produit le moins d'effet, pour en composer la *verge* du *Pendule*; cette *verge* devroit donc être de platine, métal qui s'alonge le moins à la chaleur.

Maupertuis, dans son livre de la *Figure de la Terre*, rapporte qu'ayant substitué à la lentille d'une *Pendule* de *le Roy* un globe de fer, il n'en étoit résulté dans la marche de l'horloge, allant à Paris ou à Pello, que la seule différence d'une demi-seconde en douze heures; ce qui est trop peu de chose pour pouvoir être attribué à une cause particulière, surtout si l'on con-

sidère qu'il avoit fallu ôter et remettre ce globe plusieurs fois, et que des lentilles d'étain et d'autres métaux substituées de la même façon avoient produit de plus grandes différences.

Pour connoître à quel point les *verges* de laiton sont défectueuses, il suffit de lire ce qui est rapporté, *pages* 167, 169 du livre que je viens de citer : l'auteur y dit entr'autres choses qu'il falloit jour et nuit avoir l'œil sur les thermomètres, pour entretenir un égal degré de chaleur dans le lieu où la *Pendule* étoit située, et qu'il falloit encore avoir soin que les thermomètres et la *Pendule* fussent à une égale distance du feu, et se trouvassent à la même hauteur.

Quelques horlogers ont proposé de faire les *verges* de *Pendule* avec un bois dur, tel que l'ébène, le bois de fer, le noyer, le buis, etc. Le bois, disent-ils, éprouve à la vérité des changemens considérables dans sa largeur, mais il n'en souffre aucun selon la longueur de ses fibres, soit qu'on le trempe dans l'eau, qu'on l'expose au feu, ou même qu'on le frappe avec un marteau, comme on fait pour alonger un morceau de métal. Leur sentiment paroit confirmé, par ce que rapporte *Maupertuis* dans son livre *de la figure de la Terre* : voici ce qu'il dit des perches de sapin, dont MM. du Nord firent usage pour mesurer leur base.

« Nos perches une fois ajustées (ce sont ses termes), » le changement que le froid pouvoit apporter à leur » longueur n'étoit pas à craindre, nous avions remar- » qué qu'il s'en falloit beaucoup que le froid et le chaud » causassent sur la longueur des mesures de sapin, des » effets aussi sensibles que ceux qu'ils produisent sur » le fer. Toutes les observations que nous avons faites » sur cela, nous ont donné des variations presqu'insen- » sibles, et quelques expériences me feroient croire que » les mesures de bois, au lieu de raccourcir au froid » comme celles de métal, s'y alongent au contraire; » peut-être un reste de sève, qui étoit encore dans ces » mesures, se glaçoit-il lorsqu'elles étoient exposées au » froid, et les faisoit-il participer à la propriété de l'eau, » dont le volume augmente lorsqu'elle se gèle ».

Ce sont apparemment de semblables expériences qui

ont porté *Graham* à faire les *verges* de ses *Pendules* de bois. Mais une remarque essentielle à faire sur ce sujet, c'est que si le bois ne change pas sensiblement de longueur par le froid et le chaud, il ne laisse pas de se voiler, et cela quelqu'épaisseur qu'on lui donne : c'est une expérience que font tous les jours les architectes, qui sont obligés de faire redresser de temps en temps leurs règles, qui se faussent même dans leur largeur, ou sur-le-champ : il suit de là qu'une *verge* de bois pouvant se voiler, n'est point encore une matière propre pour former les *verges des Pendules*.

D'autres artistes pensent que le froid et le chaud ne peuvent produire les mêmes différences sur des verges d'égale longueur, à moins qu'ils ne soient proportionnels à la grosseur de chacune d'elles. Raisonnant sur ce faux principe, ils s'imaginent pouvoir se dispenser de recourir aux compensations ordinaires, en faisant la *verge* de leur *Pendule* extrêmement massive, de six livres (environ 3 kiliogrammes), par exemple. Ils prétendent qu'étant alors environ douze fois plus grosse que les autres, la chaleur l'alongera aussi douze fois moins. Il n'est pas difficile de faire voir qu'en cela ils tombent dans une grande erreur. Une masse de métal, quelle que soit sa grosseur, n'étant qu'un grand nombre de lames très-minces appliquées les unes sur les autres ; toute la différence qui se rencontre dans une grosse et une petite *verge*, ne consiste que dans une quantité plus ou moins grande de ces lames ; ainsi selon cette loi de la nature, qu'un corps chaud à côté d'un autre qui l'est moins, ne cesse de lui communiquer de sa chaleur que quand ils sont tous deux arrivés au même degré, il est évident que deux *verges* de même longueur et d'un même métal, l'une foible, l'autre forte, s'alongeront également par un même degré de chaleur ; puisque ce sont les particules ignées qui causent l'alongement, et qu'elles sont dans les corps en raison des lames infiniment petites qui le composent.

Tous les physiciens conviennent de ce que j'avance, et leur sentiment est parfaitement d'accord avec l'expérience. Voici comme s'exprime à ce sujet *Derham*, *Transactions Philosophiques*, *année* 1736.

« Je fis, en 1716 et 1717, des expériences pour » connoître les effets de la chaleur et du froid sur » des *verges* de fer, dont la longueur approchoit le plus » qu'il étoit possible, de celles qui battent les secondes. » Je choisis des *verges* rondes d'environ un quart de » pouce (7 millimètres) de diamètre, et d'autres quar- » rées d'environ trois quarts de pouce (2 centimètres) : » les effets furent absolument les mêmes sur toutes ces » *verges* ».

L'avantage qu'on peut retirer des grosses *verges*, n'est donc pas qu'elles s'alongeront moins que les autres; mais qu'elles emploieront un peu plus de temps à s'alonger, ce qui certes n'est pas d'un grand secours. Car si, d'un côté, la chaleur alonge plutôt la *verge* foible, de l'autre, quand le froid revient, elle retourne plutôt à son premier état.

Ces grosses *verges* seroient d'ailleurs fort défectueuses; elles chargeroient beaucoup le point de suspension, sans que le régulateur en eût plus de force; l'air leur opposeroit aussi une bien plus grande résistance, vu leur longueur et leur grosseur; car l'air résisteroit d'autant plus à leur mouvement et à celui de leur lentille, que les arcs qu'elles décriroient feroient partie d'un plus grand cercle.

De là naitroient deux désavantages; premièrement l'horloge en seroit plus sujette aux erreurs provenantes des différenses densités du milieu; secondement une plus grande résistance de l'air détruisant nécessairement une plus grande quantité de mouvement, les restitutions de la force motrice deviendroient plus considérables, et l'horloge en seroit plus susceptible des erreurs qui résulteroient par les altérations ou augmentations de cette force.

PENDULE. (*Réciprocation du*) (*Voyez* RÉCIPROCATION DU PENDULE).

PENDULE. (*Vibration du*) (*Voyez* VIBRATION DU PENDULE).

PENOMBRE. *Terme d'Astronomie.* On appelle *Pénombre* une espèce d'ombre affoiblie, et qui tient un milieu entre la vraie ombre et une lumière éclatante dans une éclipse; de sorte qu'il est très-difficile de déterminer.

le moment où l'ombre commence et où la lumière finit; de même que de déterminer ensuite celui où l'ombre finit, et où la lumière recommence.

La *Pénombre* est principalement sensible dans les éclipses de lune, car on voit cette planète s'obscurcir par degrés à mesure qu'elle avance vers la partie la plus épaisse de l'ombre de la terre; au contraire il n'y a point, à proprement parler, de *Pénombre* dans les éclipses de soleil, car les parties du soleil qui se cachent à nos yeux, se cachent et s'obscurcissent tout d'un coup et sans dégradation. Cependant on peut dire que les endroits de la terre où une éclipse de soleil n'est pas totale, ont la *Pénombre*, parce qu'ils sont en effet dans l'ombre par rapport à la partie du soleil qui leur est cachée.

La *Pénombre* vient de la grandeur du disque du soleil; car si cet astre n'étoit qu'un point lumineux, il n'y auroit qu'une ombre parfaite sans *Pénombre*; mais comme le soleil a un diamètre d'une certaine grandeur, il arrive que, dans les éclipses, certains endroits reçoivent la lumière d'une partie de son disque, sans être éclairés par le disque entier.

Il doit y avoir de la *Pénombre* dans toutes les éclipses, soit de soleil, soit de lune, soit d'autres planètes, premières ou secondaires; mais l'effet de la *Pénombre* est principalement remarquable dans les éclipses de soleil, pour les raisons que nous allons rapporter.

Dans les éclipses de lune, la terre est, à la vérité, entourée par la *Pénombre*; mais la *Pénombre* ne nous est sensible que proche de l'ombre totale.

La raison de cela est que la *Pénombre* est fort foible à une distance considérable de l'ombre; et comme la lune n'a pas, par elle-même, une lumière aussi vive, à beaucoup près, que celle du soleil, la diminution que son entrée dans la *Pénombre* cause à sa lumière, ne devient sensible que quand la *Pénombre* commence à être forte. Aussi rien n'est-il plus difficile que de déterminer, dans les éclipses, le moment où la lune entre dans la *Pénombre*, ce moment devant être nécessairement incertain, et, par conséquent, différent pour chaque observateur. L'effet de la *Pénombre*, dans les éclipses

de lune, est si peu considérable, que la lune n'est point censée éclipsée toutes les fois qu'elle ne tombe que dans la *Pénombre*. Une autre difficulté, qui empêche de reconnoître l'instant de l'entrée dans la *Pénombre*, c'est que la face de la lune, même lorsqu'elle est entrée tout-à-fait dans l'ombre, n'est pas entièrement obscurcie, et est converte d'une lumière rougeâtre qui empêche de la perdre entièrement de vue. Mais un astronome qui seroit placé sur la lune dans le temps d'une éclipse de lune, verroit alors le soleil éclipsé, et commenceroit à voir une petite partie de son disque converte, sitôt qu'il entreroit dans la *Pénombre*; ainsi il détermineroit beaucoup plus exactement l'instant de l'entrée de la lune dans la *Pénombre*, que ne pourroit faire un observateur placé sur la terre.

Quand l'ombre totale parvient jusqu'à la terre, on dit alors que l'éclipse du soleil est totale ou centrale; quand il n'y a que la *Pénombre* qui touche la terre, l'éclipse est partiale. (*Voyez* ECLIPSE).

La *Pénombre* s'étend à l'infini en longueur, parce qu'à chaque point du diamètre du soleil, il répand un espace infini en longueur, et qui est privé de la lumière de ce point, mais non de la lumière de tous les autres. Les deux extrémités ou tranchans de la *Pénombre*, sont formés par deux rayons tirés des deux extrémités du diamètre de la terre, et qui sont divergens : par conséquent la *Pénombre* augmente continuellement en largeur, et est aussi infinie en ce sens. Tout cet espace infini est la *Pénombre*, si on en excepte le triangle d'ombre qu'elle renferme.

Cet espace a la figure d'un trapèze, dont un des côtés est le diamètre de la terre : le côté opposé, parallèle au diamètre de la terre, est une ligne infinie, c'est-à-dire, la largeur de la *Pénombre* projetée à l'infini; et les deux autres côtés sont deux rayons, tirés des extrémités du diamètre de la terre aux extrémités du diamètre du soleil, et qui, avant que d'arriver au soleil, se croisent en un certain point, où ils font un angle égal au diamètre apparent du soleil; cet angle peut être appelé *angle de la Pénombre*.

La *Pénombre* est d'autant plus grande que cet angle,

c'est-à-dire, que le diamètre apparent de l'astre est plus grand, la planète demeurant la même; et si le diamètre de la planète augmente, l'astre demeurant le même, la *Pénombre* augmente.

De la Hire a examiné les différens degrés d'obscurité de la *Pénombre*, et les a représentés géométriquement par les ordonnées d'une courbe qui sont entr'elles comme les parties du disque du soleil qui éclairent un corps placé dans la *Pénombre*.

Voilà, pour ainsi dire, l'abrégé de la théorie géométrique de la *Pénombre*; cette théorie peut s'appliquer non-seulement aux planètes éclairées par le soleil, mais à tout corps opaque éclairé par un corps lumineux. Au reste, il est bon de remarquer que l'expérience diffère ici de la théorie à beaucoup d'égards : les ombres d'un corps et leur *Pénombre*, telles qu'on les observe, ne suivent point les lois qu'elles paroîtroient devoir suivre en considérant la chose mathématiquement. *Maraldi*, dans les *Mémoires de l'Académie de* 1723, nous a donné un recueil d'expériences sur ce sujet, et un détail des bizarreries singulières auxquelles l'ombre et la *Pénombre* des corps sont sujettes.

PÉNOMBRE. (*Fausse*) On appelle *Fausse Pénombre* celle qui occupe une grande partie de l'espace que devroit occuper la véritable ombre. Si l'on expose au soleil un corps opaque quelconque, un cylindre, par exemple; en supposant ce cylindre vertical et en ne considérant dans le solide de son ombre qu'un plan horizontal, il est naturel de croire qu'il y aura un triangle d'ombre véritable, formé du diamètre du cylindre et de deux rayons, partis des deux extrémités du soleil, et prolongés jusqu'à ce qu'ils concourent au-delà du cylindre. Ce triangle sera isoscèle, et son angle du sommet sera mesuré par le diamètre apparent du soleil, qui est de 32 minutes; d'où l'on conclut que la perpendiculaire, tirée du sommet de ce triangle sur sa base, où la longueur de l'ombre sera de 110 diamètres du cylindre. Aux deux côtés de ce triangle il y aura une *Pénombre* infinie, mais toujours de plus claire en plus claire; de sorte qu'elle cessera bientôt d'être sensible, quoiqu'elle le soit encore à une distance où le triangle d'ombre n'existe

plus. Si l'on met donc verticalement derrière le cylindre une superficie blanche, que l'on éloignera peu-à-peu du cylindre tant qu'on voudra, on y verra une ombre noire et également noire, mais toujours de plus étroite en plus étroite, jusqu'à une certaine distance du cylindre. Mais cette distance, au lieu d'être de 110 diamètres de ce cylindre, sera plus de la moitié moindre. Passé cela, le milieu de l'ombre devient une *Pénombre*; et cette ombre ne conserve, de ce qu'elle devroit être, que deux traits noirs fort étroits qui terminent cette *Pénombre* de part et d'autre selon sa longueur. Ces deux traits noirs ont une noirceur égale à celle qui appartient à l'ombre véritable. On reconnoît encore tout cet espace pour être celui que cette ombre devroit occuper, à ce qu'il est de la largeur qui convient à la distance. De plus, si l'on augmente la distance où l'on a commencé à voir cette *Pénombre*, l'espace total qu'elle occupe avec les deux traits noirs, diminue toujours de largeur, comme doit faire celui de l'ombre veritable : seulement la *Pénombre*, en s'étrécissant, s'éclaircit toujours; les traits noirs gardent la même noirceur et la même largeur; et enfin à la distance de 110 diamètres du cylindre, ou à-peu-près, les deux traits noirs, qui se sont toujours approchés, se confondent en un; après quoi l'ombre véritable disparoît, et il n'y a plus que de la *Pénombre*. C'est cette *Pénombre*, en laquelle s'est changée l'ombre véritable pendant plus de la moitié de son cours, à l'exception de ses deux extrémités, qui sont demeurées inaltérables; cette *Pénombre*, qui occupe une grande partie de l'espace que devroit occuper l'ombre véritable, qu'on appelle *fausse Pénombre*, pour la distinguer de celle qu'on apperçoit toujours aux deux côtés et au-delà de l'espace triangulaire que devroit occuper la véritable ombre.

Maraldi a reconnu, par un grand nombre d'expériences, que la distance où la *fausse Pénombre* commence à paroître, doit être fixée à 41 diamètres du cylindre. (*Voyez les Mémoires de l'Académie des Sciences, année* 1723, *page* 111). Elle devient plus grande, quand le soleil est peu lumineux, soit qu'il soit couvert de

quelques nuages clairs, soit qu'il soit peu élevé sur l'horizon.

Pour expliquer la *fausse Pénombre*, *Maraldi* juge qu'il ne faut pas prendre les rayons de lumière pour des lignes mathématiques et roides, mais qu'il faut imaginer la lumière comme un fluide analogue à l'eau, et qui prend les mêmes mouvemens et les mêmes irrégularités de mouvement, si cependant ce sont des irrégularités. Quand une rivière rencontre une pile d'un pont, elle se divise, et si les deux parties divisées, qui ont été chacune une tangente de la pile, suivent toujours exactement cette direction qu'elles ont prise, elles ne se réuniront qu'à une certaine distance au-delà de la pile. Mais cela n'est pas ainsi; les parties d'eau, qui touchent la pile, en suivent en partie le contour, les unes plus, les autres moins, et entrent dans cet espace où aucune ne devroit entrer, si elles suivoient la direction des deux tangentes de la pile. L'application de cet exemple est aisée à faire. Le cylindre devient la pile du pont. Il entre donc des rayons de lumière dans l'espace qui ne devroit être occupé que par l'ombre véritable; mais comme cette ombre est d'une grande largeur proche du cylindre, ces rayons ne l'altèrent et ne l'éclaircissent pas suffisamment pour faire une *Pénombre* sensible; et cela n'arrive que quand l'ombre est devenue plus étroite à une plus grande distance du cylindre, qu'on a trouvé être de 41 diamètres. Alors une même quantité de rayons se mêle à une beaucoup moindre quantité d'ombre. Comme l'ombre devient toujours plus étroite, la *fausse Pénombre* s'éclaircit toujours.

Puisque tous les rayons de lumière, ou du moins la plus grande partie, suivent, pendant quelque petite étendue, le contour du cylindre, ou tournent un peu après en avoir rencontré les bords, ces bords, qui ne sont nullement éclairés, doivent toujours jeter une ombre véritable; et c'est là tout ce qui en reste. Voilà les deux traits noirs qui enferment la *fausse Pénombre*.

PENTADÉCAGONE. Figure qui a quinze angles et quinze côtés. Elle est régulière quand les angles et les côtés sont égaux. La manière la plus simple de décrire cette figure, est de diviser un cercle en 15 arcs, cha-

cun de 24 degrés, parce que 15 fois 24 font 360. La corde d'un de ces arcs sera un des côtés du *Pentadécagone* : et les quinze cordes des quinze arcs formeront les quinze côtés du *Pentadécagone régulier*; car toutes ces cordes sont égales entr'elles, puisqu'elles soutiennent des arcs égaux entr'eux.

Pour avoir la surface d'un *Pentadécagone* quelconque, soit régulier, soit irrégulier, *Voyez* POLYGONE.

Tous les angles intérieurs d'un *Pentadécagone* quelconque valent, pris ensemble, 2340 degrés. Et pour savoir de combien de degrés est chaque angle intérieur d'un *Pentadécagone régulier*, il faut diviser le nombre de degrés que valent ensemble tous les angles intérieurs, savoir, 2340 par 15, nombre des côtés ou des angles du *Pentadécagone;* le quotient 156 donne la valeur de chacun de ces angles.

PENTAGONE. Figure qui a cinq côtés et cinq angles. Elle est régulière, lorsque tous les côtés, et par conséquent tous les angles, sont égaux. Pour décrire un *Pentagone* régulier, il ne s'agit que de diviser un cercle en cinq arcs égaux, dont chacun sera de 72 degrés; parce que cinq fois 72 font 360. La corde de chacun de ces arcs sera un des côtés de ce polygone : de sorte que les cinq cordes des cinq arcs formeront les cinq côtés du *Pentagone* régulier : car toutes ces cordes sont égales entr'elles, puisqu'elles soutiennent des arcs égaux entr'eux.

Pour avoir la surface d'un *Pentagone* quelconque, soit régulier, soit irrégulier, *Voyez* POLYGONE.

Tous les angles intérieurs d'un *Pentagone* quelconque valent, pris ensemble, 540 degrés. Et pour savoir de combien de degrés est chaque angle intérieur d'un *Pentagone* régulier, il faut diviser le nombre de degrés que valent ensemble tous les angles intérieurs, savoir, 540 par 5, nombre des côtés ou des angles du *Pentagone;* le quotient 108 donne la valeur de chacun de ces angles.

PERCHE. C'est le nom d'une mesure, qui varie suivant le pays ou les nations. La *Perche* de Paris est de 18 pieds (5845,$^{m.mt.}$28) : celle de Bâle est de 16 : celle de Saxe est de 15 : celle de Brandebourg est de

14 : celle de Rheinlande est de 12, etc. (*Voyez la géométrie de Mallet, Livre I.* ou la *geographia reformata de Riccioli.*). L'origine de cette mesure vient des Romains. Il y a ordinairement 100 *Perches quarrées* à l'*arpent.* (*Voyez* ARPENT). Il y a aussi des *Perches* de 20 pieds (6494,$^{m.m.}$65) : et des *Perches* de 22 pieds (7144,$^{m.m.}$11).

PERCHE QUARRÉE. C'est la *Perche* qui est composée du produit d'une *Perche* multiplié par une *Perche;* et c'est alors une *Perche* de superficie. Ainsi la *Perche* étant de 18 pieds, la *Perche quarrée* est de 324 pieds quarrés (34 mètres quarrés 166182 millimètres quarrés), nombre qui est le produit de 18 multipliés par 18.

PERCHE CUBIQUE. C'est la *Perche* qui est composée du produit de la *Perche quarrée* multipliée par la *Perche* simple; et c'est alors une *Perche* de solidité. Ainsi une *Perche quarrée* étant de 324 pieds, la *Perche cubique* est 5832 pieds cubiques (199,$^{mt.c.}$7), nombre qui est le produit de 324 multipliés par 18.

PERCUSSION. *Terme de physique.* C'est l'impression que fait un corps sur un autre, qu'il rencontre et qu'il choque : ou bien c'est le choc et la collision de deux corps qui se meuvent, du même sens ou en sens contraire, et qui, en se heurtant l'un l'autre, altèrent mutuellement leur mouvement. (*Voyez* CHOC DES CORPS.)

La *Percussion* est ou directe ou oblique.

La *Percussion* directe est celle où l'impulsion se fait suivant une ligne perpendiculaire à l'endroit du contact, et qui, de plus, passe par le centre de gravité commun des deux corps qui se choquent.

Ainsi, dans les sphères, la *Percussion* est directe, quand la ligne de direction de la *Percussion* passe par le centre des deux sphères, parce qu'alors elle est aussi perpendiculaire à l'endroit du contact.

La *Percussion* oblique est celle où l'impulsion se fait suivant une ligne oblique à l'endroit du contact, ou suivant une ligne perpendiculaire à l'endroit du contact, qui ne passe point par le centre de gravité des deux corps.

C'est une grande question en mathématiques et en physique que de savoir quel est le rapport de la force de la pesanteur à celle de la *Percussion*. Il est certain que cette dernière paroit beaucoup plus grande; car, par exemple, un clou qu'on fait entrer dans une table avec des coups de marteau assez peu forts, ne peut être enfoncé dans la même table par un poids immense qu'on mettroit dessus. On sentira aisément la raison de cette différence, si on fait attention à la nature de la pesanteur. Tout corps qui tombe s'accélère en tombant; mais sa vîtesse, au commencement de sa chûte, est infiniment petite, de façon que, s'il ne tombe pas réellement, mais qu'il soit soutenu par quelque chose, l'effort de la pesanteur ne tend qu'à lui donner, au premier instant, une vîtesse infiniment petite. Ainsi un poids énorme, appuyé sur un clou, ne tend à descendre qu'avec une vitesse infiniment petite; et comme la force de ce corps est le produit de sa masse par la vitesse avec laquelle il tend à se mouvoir, il s'ensuit qu'il tend à pousser le clou avec une force très-petite. Au contraire, un marteau, avec lequel on frappe le clou, a une vîtesse et une masse fixées, et par conséquent sa force est plus grande que celle du poids. Si on ne vouloit pas admettre que la vîtesse actuelle, avec laquelle le poids tend à se mouvoir, est infiniment petite, on ne pourroit au moins s'empêcher de convenir qu'elle est fort petite; et alors l'explication que nous venons de donner demeureroit la même.

Loix de la Percussion *dans les corps sans ressort.* 1°. Si un corps en mouvement, comme *A* (*Pl. LXXVI, fig.* 40), choque directement un autre corps en *B*, le premier perdra une quantité de mouvement précisément égale à celle qu'il communiquera au second; de sorte que les deux corps iront ensemble après le choc, avec une vîtesse égale, comme s'ils ne faisoient qu'une seule masse Si *A* est triple de *B*, il perdra un quart de son mouvement : de sorte que s'il parcouroit, avant le choc, 4 mètres en une minute, il ne parcourra plus, après le choc, que 3 mètres, etc.

2°. Si un corps en mouvement *A* en rencontre un autre *B*, qui soit lui-même déjà en mouvement, le

premier augmentera la vîtesse du second : mais il perdra moins de son mouvement que si le second corps étoit en repos, puisque pour faire aller les deux corps ensemble, après le choc, comme cela est nécessaire, le corps *A* a moins de vîtesse à donner au second corps, que quand ce second corps étoit en repos.

Supposons, par exemple, que le corps *A* ait douze degrés de mouvement, et qu'il vienne à choquer un autre corps *B*, moindre de la moitié, et en repos, le corps *A* donnera au corps *B* quatre degrés de mouvement, et en retiendra huit pour lui : mais si le corps choqué *B* a déjà trois degrés de mouvement lorsque le corps *A* le choque, le corps *A* ne lui donnera que deux degrés de mouvement; car *A* étant double de *B*, celui-ci n'a besoin que de la moitié du mouvement de *A* pour aller avec une vîtesse égale à celle de *A*.

3°. Si un corps *A* en mouvement choque un autre corps *B*, qui soit en repos, ou qui se meuve plus lentement, soit dans la même direction, soit dans une direction contraire, la somme des quantités de mouvement (c'est-à-dire des produits des masses par les vîtesses) si les corps se meuvent du même côté, ou leur différence, s'ils se meuvent en sens contraires, sera la même avant et après le choc.

4°. Si deux corps égaux *A* et *B* viennent se choquer l'un l'autre, suivant des directions contraires, avec des vîtesses égales, ils resteront tous deux en repos après le choc.

Plusieurs philosophes, et entr'autres *Descartes*, ont soutenu le contraire de cette loi, et ont prétendu que deux corps égaux et durs, venant se choquer avec des vîtesses égales et contraires, ne devoient pas rester en repos. Leur principale raison est, qu'il ne doit point y avoir de mouvement perdu dans la nature. Mais, en premier lieu, il est question ici de corps parfaitement durs, tels qu'il ne s'en trouve point dans l'Univers, et par conséquent, quand la prétendue loi de la conservation auroit lieu, elle pourroit n'être pas applicable ici. 2°. Le choc des corps élastiques, dont les loix sont confirmées par l'expérience, nous fait voir que la quantité de mouvement n'est pas toujours la même avant

et après le choc, mais qu'elle est quelquefois plus grande et quelquefois moindre après le choc qu'avant le choc. 3°. On peut démontrer directement la fausseté de l'opinion cartésienne, de la manière suivante ; toutes les fois qu'un corps change son mouvement en un autre, le mouvement primitif peut être regardé comme composé du nouveau mouvement qu'il prend, et d'un autre qui est détruit. Supposons donc que les corps M, M, égaux, qui viennent, en sens contraires, se choquer avec les vitesses A, A, réjaillissent après le choc avec ces mêmes vitesses A, A, en sens contraires, comme le veulent les Cartésiens, c'est-à-dire, avec les vitesses $-A$, $-A$, il est certain que la vitesse A de l'un des corps, avant le choc, est composée de la vitesse $-A$, et de la vitese $2A$, et qu'ainsi c'est la vitesse $2A$ qui doit être détruite, c'est-à-dire, que les corps M, M, animés en sens contraires des vitesses $2A$, $2A$, se font équilibre. Or, cela posé, ils doivent se faire équilibre, aussi étant animés des vitesses simples A, A, en sens contraires. Car il n'y a point de raison de disparité, donc les deux corps dont il s'agit doivent rester en repos après le choc.

5°. Si un corps A choque directement un autre corps B en repos, sa vitesse après le choc sera à sa vitesse avant le choc, comme la masse de A est à la somme des masses A et B ; par conséquent si les masses A et B sont égales, la vitesse après le choc sera la moitié de la vitesse avant le choc.

6°. Si un corps A, en mouvement, choque directement un autre corps, qui se meuve avec moins de vitesse et dans la même direction, la vitesse, après le choc, sera égale à la somme des quantités de mouvement divisées par la somme des masses.

7°. Si deux corps égaux, mus avec des vitesses différentes, se choquent directement l'un l'autre en sens contraires, ils iront tous deux ensemble, après le choc, avec une vitesse commune, égale à la moitié de la différence de leurs vitesses avant le choc.

8°. Si deux corps A et B se choquent directement, en sens contraires, avec des vitesses qui soient en raison

son inverse de leurs masses, ils demeureront tous deux en repos après le choc.

9°. Si ces deux corps *A* et *B* se choquent directement, en sens contraires, avec des vîtesses égales, ils iront ensemble après le choc avec une vîtesse commune, qui sera à la vîtesse de chacun des corps avant le choc, comme la différence des masses est à leur somme.

10°. La force du choc direct ou perpendiculaire, est à celle du choc oblique, toutes choses d'ailleurs égales, comme le sinus total est au sinus de l'obliquité.

Loix de la Percussion *pour les corps élastiques.*

11°. Dans les corps à ressort parfait, la force de l'élasticité est égale à la force avec laquelle ces corps sont comprimés; c'est-à-dire, que la collision des deux corps l'un contre l'autre est équivalente à la quantité de mouvement que l'un ou l'autre des deux acquerroit, ou perdroit, si les corps étoient parfaitement durs et sans ressort. Or, comme la force du ressort s'exerce en sens contraires, il faut retrancher le mouvement qu'elle produit du mouvement du corps choquant, et l'ajouter à celui du corps choqué; on aura, de cette manière, les vîtesses après la *Percussion*. (*Voyez* Elasticité).

12°. Si un corps vient frapper directement un obstacle immobile, le corps et l'obstacle étant tous deux élastiques, ou l'un des deux seulement, le corps sera réfléchi dans la même ligne, suivant laquelle il étoit venu, et avec la même vîtesse. Car, s'il n'y avoit de ressort ni dans le corps ni dans l'obstacle, toute la force du choc seroit employée à surmonter la résistance de l'obstacle; et par conséquent le mouvement seroit entièrement perdu : or cette force du choc est employée ici à bander le ressort d'un des corps ou de tous les deux; de sorte que, quand le ressort est entièrement bandé, il se débande avec cette même force, et par conséquent repousse le corps choquant avec une force égale à celle qu'il avoit, et fait retourner ce corps en arrière avec la vîtesse qu'il avoit avant le choc. De plus, le ressort se débande dans la même ligne suivant laquelle il a été bandé, puisqu'on suppose que le choc est direct; d'où il s'ensuit qu'il doit repousser le corps cho-

quant dans la même ligne droite suivant laquelle ce corps est venu.

13°. Si un corps élastique vient frapper obliquement un obstacle immobile, il se réfléchira de manière que l'angle de réflexion sera égal à l'angle d'incidence. *Voy.* RÉFLEXION).

14°. Si un corps élastique *A* choque directement un autre corps *B* en repos, qui lui soit égal ; après le choc, *A* demeurera en repos, et *B* ira en avant avec la même vîtesse, et suivant la même direction, que le corps *A* avoit avant le choc. Car si les corps n'étoient point élastiques, chacun auroit, après le choc, la même direction, et une vîtesse commune égale à la moitié de la vîtesse du corps *A* ; mais comme le ressort agit en sens contraires, avec une force égale à celle de la compression, il doit repousser *A* avec la moitié de la vîtesse, et par conséquent arrêter son mouvement ; au contraire, il doit pousser en avant, avec cette même moitié de vîtesse, le corps *B*, dont la vîtesse totale sera par conséquent égale à celle du corps *A* avant le choc.

Donc puisque *A* (*Pl. LXXVI, fig.* 41.) transfère toute sa force à *B*, *B* la transférera de même à *C* ; *C* à *D* ; et *D* à *E*. Donc si on a plusieurs corps élastiques égaux, qui se touchent l'un l'autre, et que *A* vienne choquer *B*, tous les corps intermédiaires resteront en repos, et le dernier seul *E* s'en ira avec une vîtesse égale à celle avec laquelle le corps *A* a choqué *B*.

15°. Si deux corps élastiques égaux *A* et *B* se choquent directement, en sens contraires, avec des vîtesses égales, ils se réfléchiront, après le choc, chacun avec la vîtesse qu'il avoit, et dans la même ligne. Car, mettant à part le ressort, il est certain que ces deux corps resteroient en repos : or toute la force du choc est employée à la compression du ressort, et le ressort se débande en sens contraires, avec la même force par laquelle il a été bandé ; donc il doit rendre à chacun de ces corps leurs vîtesses, puisqu'il agit également sur chacun.

16°. Si deux corps à ressort égaux *A* et *B* se choquent directement en sens contraires, avec des vîtesses

inégales; après le choc, ils se réfléchiront, en faisant échange de leurs vîtesses.

Car supposons que les corps se choquent avec les vîtesses $C+c$ et C; s'ils se choquoient avec la même vîtesse C, ils devroient, après le choc, se réfléchir avec cette même vîtesse. Si B étoit en repos, et que A le choquât avec la vîtesse c, B prendroit la vîtesse c après le choc, et A demeureroit en repos. Donc l'excès c de la vîtesse de A sur celle de B est entièrement transféré au corps B; ainsi A se meut, après le choc, avec la vîtesse C, et B avec la vîtesse $C+c$.

Donc les deux corps s'éloignent l'un de l'autre, après le choc, avec une vîtesse égale à celle avec laquelle ils s'approchoient avant le choc.

17°. Si un corps élastique A choque un autre corps B, qui lui soit égal, et qui ait un moindre degré de mouvement, suivant la même direction; ces deux corps iront après le choc, suivant la même direction, et feront échange de leurs vîtesses.

Car si A est supposé choquer avec la vîtesse $C+c$ le corps B, qui n'ait que la vîtesse C; il est évident que des vîtesses égales C et C, il ne peut résulter aucun choc; ainsi tout se passe de la même manière que si le corps A choquoit le corps B en repos, avec la seule vîtesse c. Or, dans ce cas, A resteroit en repos après le choc, et donneroit à B la vîtesse entière c. Donc, après le choc, B aura la vîtesse $C+c$, et A ne gardera que la vîtesse C; et chacun de ces deux corps conservera la même direction.

18°. Si un corps en mouvement A choque un autre corps B aussi en mouvement, le choc sera le même que si le corps A venoit choquer le corps B en repos, avec la différence des vîtesses. Donc puisque la force élastique est égale à la *Percussion*, il s'ensuit que cette force agit sur les corps A, B, avec la différence des vîtesses qu'ils avaient avant de se rencontrer.

19°. On propose de déterminer les vîtesses que peuvent avoir, après le choc, deux corps élastiques quelconques, qui se rencontrent et se frappent directement avec des vîtesses quelconques. Si un corps à ressort A choque un autre corps à ressort B, qui soit en re-

pos, ou qui se meuve moins vite que *A*, voici comment on trouvera la vîtesse de l'un des corps, par exemple, de *A* après la *Percussion*. On fera, comme la somme des deux masses est au double de l'un des deux corps, qui, dans ce cas-ci, est *B*; ainsi la différence des vîtesses, avant le choc, est à une autre vîtesse, qui étant soustraite de la vîtesse du corps *A* avant le choc, et dans d'autres cas lui étant ajoutée, donnera la vîtesse qui lui reste après le choc.

Pour déterminer cette loi générale du choc des corps élastiques, on n'a besoin que du principe suivant; si deux corps élastiques se viennent choquer directement avec des quantités de mouvement égales, c'est-à-dire, avec des vîtesses en raison inverse de leurs masses, ils retourneront, après le choc, en arrière, chacun avec la vîtesse qu'il avoit avant le choc. En effet, si les corps dont il s'agit étoient parfaitement durs, nous avons vu qu'ils resteroient en repos, et qu'ils se feroient équilibre, parce que leurs mouvemens seroient détruits. Or l'effet du ressort parfait, tel qu'on le suppose ici, est de rendre à chaque corps, en sens contraires, le mouvement qu'il a perdu; donc les deux corps rejailliront avec leurs vîtesses primitives.

Or nous avons vu que, dans le choc de deux corps durs, il y a toujours deux quantités de mouvement égales et contraires qui se détruisent; c'est pourquoi ces quantités de mouvement doivent êtres rendues à chacun des corps en sens contraires, pour avoir leur quantité de mouvement après le choc, et par conséquent leurs vîtesses.

20°. Si un corps à ressort *A* choque directement un autre corps en repos *B*, la vîtesse de *A* après le choc, sera à sa vîtesse avant le choc, comme la différence des masses est à leur somme; et la vîtesse de *B* après le choc, sera à la vîtesse de *A* avant le choc, comme le double de la masse de *A* est à la somme des masses.

Ainsi la vîtesse de *A* après le choc, est à la vîtesse de *B*, comme la différence des masses est au double de la masse *A*.

21°. Si deux corps à ressort *A* et *B* se choquent directement, en sens contraires, avec des vîtesses qui

soient en raison inverse de leurs masses, ils réjailliront, après le choc, chacun de son côté, avec la même vitesse, et suivant la même direction qu'ils avoient avant le choc.

22°. Dans le choc direct des corps, la vitesse respective demeure toujours la même avant et après le choc; c'est-à-dire, que quand les corps vont tous deux du même côté, la différence des vitesses est la même avant et après le choc; et que quand ils se choquent en sens contraires, la différence ou la somme des vitesses après le choc, est la même que leur somme avant le choc: savoir, la différence, si les corps se meuvent dans le même sens après le choc, et la somme, s'ils s'éloignent l'un de l'autre après le choc, suivant des directions contraires.

Ainsi les deux corps s'éloignent l'un de l'autre après le choc, avec la même vitesse avec laquelle ils s'approchoient l'un de l'autre avant le choc.

23°. Dans le choc des corps à ressort, la quantité de mouvement n'est pas toujours la même avant et après le choc; mais elle augmente quelquefois par le choc, et quelquefois elle diminue.

Ainsi *Descartes* et ses sectateurs se trompent, lorsqu'ils soutiennent que la même quantité de mouvement subsiste toujours dans l'univers.

24°. Si deux corps à ressort *A* et *B* se choquent, la somme du produit des masses par les quarrés des vitesses est toujours la même avant et après le choc.

C'est le célèbre *Huyghens* qui a le premier découvert cette loi; et ceux qui soutiennent que les forces vives des corps, c'est-à-dire, les forces des corps en mouvement sont les produits des masses par les quarrés de leurs vîtesses, s'en servent pour prouver leur opinion; car ces philosophes font voir que, non-seulement dans le choc des corps, mais aussi dans toutes les questions de dynamique, la somme des masses par les quarrés des vitesses fait toujours une quantité constante. Or, comme il est naturel de penser, selon eux, que la force des corps en mouvement demeure toujours la même, de quelque manière qu'ils agissent les uns sur les autres, ces auteurs en concluent que cette force

est donc le produit de la masse par le quarré de la vîtesse et non par la vîtesse simple. (*Voyez* FORCE VIVE).

25°. Pour déterminer le mouvement de deux corps *A* et *B* (*fig.* 42.), qui se choquent obliquement, soit que ces corps aient du ressort ou n'en aient point; le mouvement du corps *A*, suivant *AC* peut se décomposer en deux autres, dans les directions *AE* et *AD*, et le mouvement du corps *B*, suivant *BC*, peut aussi se décomposer en deux autres, suivant *BF* et *BG*, et les vîtesses suivant *AD* et *BF* seront aux vîtesses suivant *AC* et *BC*, comme les lignes droites *AD*, *BF*, *AC* et *BC*: or, comme les droites *AE* et *BG* sont parallèles, les forces qui agissent suivant ces directions ne sont opposées en rien, et par conséquent on ne doit point y avoir égard, pour déterminer le mouvement que les deux corps se communiquent par le choc; mais, comme les lignes *AD* et *BF*, ou, ce qui revient au même, *EC* et *GC*, composent une même ligne perpendiculaire à *DC*; il s'ensuit que le choc est le même, que si les corps *A* et *B* se choquoient directement avec des vîtesses qui fussent entr'elles comme *EC* et *GC*. Tout se réduit donc à trouver la vîtesse de *A* et *B*, suivant les règles données ci-dessus. Supposons, par exemple, que la vîtesse du corps *A*, après le choc, dans la perpendiculaire *EC*, soit représentée par *CH*; comme le mouvement suivant *AE* n'est point changé par le choc, on fera $CK = AE$, et on achevera le parallélogramme *HCKI*; la diagonale *CI* représentera le mouvement de *A* après le choc; car, après le choc, le corps se mouvra suivant la direction *CI*, et avec une vîtesse qui sera comme *CI*: on trouvera de la même manière que le corps *B* se réfléchira suivant la diagonale du parallélogramme *CM*, dans lequel $LM = BG$, en supposant que la vîtesse *BF* se change, après le choc, en *CL*; ainsi les vîtesses, après le choc, seront entr'elles, comme *CI* à *CM*.

Le centre de *Percussion* est le point dans lequel le choc ou l'impulsion d'un corps qui en frappe un autre, est la plus grande qu'il est possible.

Le centre de *Percussion* est le même que le centre

d'oscillation, lorsque le corps choquant se meut autour d'un axe fixe. (*Voyez* OSCILLATION).

Si toutes les parties du corps choquant se meuvent d'un mouvement parallèle et avec la même vîtesse; le centre de *Percussion* est le même que le centre de gravité. (*Voyez* GRAVITÉ).

Sur les loix de la *Percussion* des corps irréguliers, élastiques ou non, *Voyez* le Traité de Dynamique de d'*Alembert*.

Il y a déterminé, article 169 de la seconde édition, les loix de *Percussion* par une méthode fort simple. Cette méthode suppose, en général, que le mouvement d'un corps, après le choc, est toujours composé d'un mouvement du centre de gravité en ligne droite, et d'un mouvement de rotation autour de ce centre, lequel mouvement est $= o$, dans le cas de la *Percussion* directe. On peut voir, sur cela, un plus grand détail dans l'article cité du Traité de Dynamique de d'*Alembert*.

PERCUSSION. (*Centre de*) (*Voyez* CENTRE DE PERCUSSION).

PERIGÉE. Nom que les Astronomes donnent au point de l'orbite d'un astre, dans lequel il se trouve dans sa plus petite distance de la terre.

Toutes les planètes, tant du premier que du second ordre, se meuvent, comme l'a démontré *Képler*, et comme le reconnoissent aujourd'hui tous les Astronomes, dans des courbes elliptiques, dont leur astre principal occupe l'un des foyers; d'où il suit que ces planètes ne sont pas toujours à égale distance de leur astre central. Les astres qui font leur révolution autour de la terre, comme la lune, et même celui autour duquel la terre fait sa révolution, comme le soleil, sont donc tantôt plus et tantôt moins éloignés de la terre. Supposons, par exemple, que la courbe elliptique *A B G P E D (Pl. LVI, fig. 4.)* représente l'orbite de la lune, et que la terre occupe le foyer *S* de cette courbe : lorsque la lune est au point *P* de son orbite, elle est dans sa plus petite distance de la terre; et c'est ce point de l'orbite que l'on appelle le *Périgée* : lorsqu'elle est au point *A*, elle est dans son plus grand

éloignement de la terre ; et c'est ce point qu'on appelle l'*Apogée* (*Voyez* APOGÉE) ; enfin, lorsqu'elle se trouve au point *E* ou au point *G*, lesquels sont tous deux également éloignés des points *A* et *P*, elle est dans sa moyenne distance de la terre ; c'est pourquoi l'on appelle ces deux points *E* et *G* de l'orbite, les *Moyennes distances*. (*Voyez* DISTANCES). (*Moyennes*)

On peut supposer de même que la courbe elliptique *A B G P E D* représente l'orbite de la terre, et que le soleil occupe le foyer *S* de cette courbe : lorsque la terre est au point *P*, elle se trouve dans sa plus petite distance du soleil, et par conséquent dans son *Périhélie* (*Voyez* PÉRIHÉLIE) : et réciproquement le soleil se trouve alors dans sa plus petite distance de la terre, et par conséquent dans son *Périgée* : d'où il suit que le *Périhélie* de la terre est le *Périgée* du soleil.

Les autres planètes sont aussi tantôt plus et tantôt moins éloignées de la terre. Lorsqu'elles sont dans leur plus grand éloignement de la terre, on dit qu'elles sont dans leur *Apogée* : et lorsqu'elles sont dans leur plus petite distance de la terre, on dit qu'elles sont dans leur *Périgée*. (*Voyez* APOGÉE).

PÉRIHÉLIE. Nom que les Astronomes donnent au point de l'orbite d'une planète, dans lequel elle se trouve dans sa plus petite distance du soleil.

Képler a démontré, et tous les Astronomes le reconnoissent aujourd'hui, que toutes les planètes, tant du premier que du second ordre, se meuvent dans des courbes elliptiques, dont leur astre principal occupe l'un des foyers ; d'où il suit que toutes ces planètes ne sont pas toujours à égale distance de leur astre central. Celles qui font leur révolution autour du soleil, sont donc tantôt plus et tantôt moins éloignées de cet astre. Supposons, par exemple, que la courbe elliptique *A B G P E D* (*Pl. LVI, fig.* 4.) représente l'orbite de la terre, et que le soleil occupe le foyer *S* de cette courbe : lorsque la terre est au point *P*, elle est dans sa plus petite distance du soleil ; et c'est ce point de l'orbite que l'on appelle le *Périhélie* : lorsqu'elle est au point *A*, elle est dans son plus grand éloignement

du soleil ; et c'est ce point que l'on nomme l'*Aphélie* (*Voyez* APHÉLIE) : enfin, lorsqu'elle se trouve au point *G* ou au point *E*, lesquels sont tous deux également éloignés des points *A* et *P*, elle est dans sa moyenne distance du soleil ; aussi appelle-t-on ces deux points *E* et *G* de l'orbite, les *Moyennes distances*. (*Voyez* DISTANCES). (*Moyennes*)

Le *Périhélie* est toujours opposé à l'aphélie, dont il est éloigné de 180 degrés. Ainsi, si l'on détermine l'un, l'autre est nécessairement connu. (*Voyez* APHÉLIE).

Le lieu du *Périhélie* des planètes ne se trouve pas constamment dans le même point du ciel ; il a un mouvement annuel, qui, à la vérité, est fort petit. A l'égard du lieu du *Périhélie* de la terre, il est à 3 signes 8 degrés et environ 50 minutes ; mais son moyen mouvement annuel n'est pas bien déterminé : les observations apprennent que ce mouvement est tantôt plus grand et tantôt plus petit de 50 secondes ; ce qui fait croire aux astronomes que ce mouvement n'est qu'apparent, et qu'il est causé, de même que celui des étoiles fixes, par le mouvement du pole de la terre autour de celui de l'écliptique, ou, ce qui est la même chose, par la précession des équinoxes. (*Voyez* PRÉCESSION DES EQUINOXES).

PÉRIMETRE. On appelle ainsi le contour d'une figure ou d'un corps quelconque. Lorsqu'il s'agit d'une figure, le *Périmètre* est formé par des lignes ou droites, ou courbes ; dans l'autre cas, il est formé par des plans ou des surfaces.

PÉRIODE. *Terme d'Astronomie.* Temps qu'une planète met à faire sa révolution autour de son astre central. C'est donc la durée de son cours, depuis le moment où elle part d'un point donné des cieux, jusqu'au moment où elle est de retour à ce même point, après une révolution entière.

La *Période* du soleil, ou plutôt de la terre, est de 365 jours 5 heures 48 minutes 45 $\frac{1}{2}$ secondes. Celle de la lune est de 27 jours 7 heures 43 minutes 5 secondes. Celle de Mercure est de 87 jours 23 heures 59 minutes 14 secondes. Celle de Vénus est de 224 jours 16

heures 39 minutes 4 secondes. Celle de Mars est de 686 jours 22 heures 18 minutes 39 secondes. Celle de Jupiter est de 4330 jours 14 heures 36 minutes. Celle de Saturne est de 10747 jours 15 heures. Celle d'Herschell est de 30445 jours 18 heures.

Les *Périodes* des comètes sont encore presque toutes inconnues; il n'y en a que quelques-unes dont on croit les connoître : par exemple, celle qui a reparu en 1759, et dont on croit la *Période* de 75 à 76 ans ; une autre dont on croit que la *Période* est de 129 ans : une autre enfin dont on croit que la *Période* est de 575 : c'est la fameuse comète de 1680. (*Voyez* PLANÈTE).

PÉRIODE. *Terme de Chronologie.* Suite d'années après le cours desquelles certaine révolution finit et recommence de nouveau.

On a établi dans la chronologie plusieurs sortes de *Cycles*, comme des marques particulières des temps qui se sont succédés. (*Voyez* CYCLE). On a formé de même différentes *Périodes*, savoir, la *Période de Constantinople* qui est de 7980 années, et dont les Russiens se servent aujourd'hui ; la *Période Julienne*, qui est aussi de 7980 années, et qui est aujourd'hui fort en usage ; la *Période Victorienne* qui est de 532 années ; et la *Période d'Hypparque*, qui est de 304 années. Nous allons parler séparément de chacune de ces *Périodes*. (*Voyez* PÉRIODE DE CONSTANTINOPLE, PÉRIODE JULIENNE, PÉRIODE VICTORIENNE *et* PÉRIODE D'HYPPARQUE).

PERIODE DE CONSTANTINOPLE. Révolution de 7980 années, que l'on forme en multipliant l'un par l'autre les trois cycles ; savoir, le cycle solaire, qui est de 28 ans, le cycle lunaire, qui est de 19 ans, et le cycle de l'indiction romaine, qui est de 15 ans.

Cette *Période* est la même que la *Période Julienne* ; mais on prétend qu'elle a commencé 795 ans plutôt que cette dernière. Si cela est, elle a commencé 5508 ans avant la naissance de Jésus-Christ : en conséquence l'année 1767, par exemple, étoit la 7275e. année de la *Période de Constantinople.*

Les Russiens se servent encore aujourd'hui de cette

Période, comme si elle commençoit avec la création du monde.

PERIODE D'HYPPARQUE. Révolution de 304 années solaires, à la fin de laquelle les nouvelles et pleines lunes reviennent aux mêmes jours de l'année solaire, auxquels elles étoient tombées dans la première année de cette *Période*. *Hypparque* en est l'inventeur. Il est sûr que cette *Période* approche plus de la justesse que celle de 19 ans ou le *Cycle Lunaire* : car comme nous l'avons dit à cet article (*Voyez* CYCLE LUNAIRE), les nouvelles lunes reviennent bien, au bout de 19 ans, aux mêmes jours auxquels elles étoient arrivées 19 ans auparavant; mais elles ne reviennent pas aux mêmes heures. Et comme la différence, qui est d'environ une heure et demie, dont le mouvement de la lune anticipe sur celui du soleil, forme un jour, à peu de chose près, au bout de 304 ans, puisque cet espace de 304 ans compose 16 cycles lunaires, cela rend la *Période d'Hypparque* plus approchante de la justesse que le cycle lunaire ou nombre d'or. Mais pour qu'elle fût parfaitement juste, il faudroit que la différence du mouvement de la lune à celui du soleil fût précisément d'une heure et demie en 19 ans. Il y a quelque petite différence, qui fait que la *Période d'Hypparque* n'est pas tout-à-fait satisfaisante. Aussi n'en fait-on point d'usage : on aime mieux s'en tenir aux *Epactes*, qui déterminent avec plus de précision les nouvelles et pleines lunes. (*Voyez* EPACTES).

PERIODE JULIENNE. Révolution de 7680 années, à la fin de laquelle les trois cycles, savoir, le cycle de l'indiction romaine, le cycle solaire, et le cycle lunaire recommencent ensemble. *Joseph Scaliger* est l'inventeur de cette *Période* qui est le produit des trois cycles; savoir, le cycle solaire, qui est de 28 années, le cycle lunaire, qui est de 19 années, et le cycle de l'indiction romaine, qui est de 15 années. En effet, si l'on multiplie 28 par 19, le produit sera 532; lequel multiplié par 15, donnera pour produit 7980.

On suppose que cette *Période* a commencé 4713 ans avant la naissance de Jésus-Christ. En conséquence

l'année 1767, par exemple, étoit la 6480e. année de la *Période Julienne*.

Cette *Période* est aujourd'hui fort en usage.

PERIODE VICTORIENNE. Révolution de 532 années, à la fin de laquelle le cycle solaire et le cycle lunaire recommencent ensemble. On attribue l'invention de cette *Période* à un nommé *Victorius*. D'autres chronologistes prétendent que *Dionis le Petit* en est l'auteur; et ils l'appellent pour cette raison *Période de Dionis*. On lui donne encore le nom de *Grand cycle de Pâques;* elle est formée par le produit du cycle solaire, qui est de 28 ans, multiplié par le cycle lunaire, qui est de 19 ans : car 28 multipliés par 19, donnent 532.

On suppose que la *Période Victorienne* a commencé 457 ans avant la naissance de Jésus-Christ. Ainsi, si l'on veut trouver l'année de cette *Période* pour une année quelconque, par exemple, pour l'année 1767, il faut ajouter 457 à 1767, et diviser la somme 2224 par 532 : on aura 4 pour quotient, et 96 de reste. C'est ce reste de la division, qui marque que l'année 1767 étoit la 96e. année de la *Période Victorienne* courante. Lorsqu'il ne reste rien après la division, l'année proposée est la dernière ou la 532e. de la *Période Victorienne*.

Le quotient 4 marque combien il s'est écoulé de *Périodes Victoriennes* depuis le commencement de celle où se trouve l'ère chrétienne. Il s'est donc écoulé 4 *Périodes Victoriennes* depuis le commencement de celle où Jésus-Christ est né, et l'année 1767 étoit la 96e. de la 5e. *Période Victorienne*, à compter depuis ce temps-là.

Cette *Période* n'est pas constante, parce que le cycle lunaire lui-même n'est pas constant. Car, comme nous l'avons dit à l'article du *cycle lunaire*, le mouvement de la lune anticipe sur celui du soleil, d'environ une heure et demie tous les 19 ans; ce qui forme un jour, à peu de chose près, au bout de 304 ans. (*Voyez* CYCLE LUNAIRE).

PÉRIODIQUE. Epithète que l'on donne à tout mouvement, cours ou révolution, qui se fait d'une manière régulière, et qui recommence toujours dans la même période, ou dans le même espace de temps. Par exemple,

le mouvement *Périodique* de la terre est celui par lequel elle achève son cours autour du soleil dans l'espace d'un an, ce qui se fait en 365 jours 5 heures 48 minutes 45 secondes 30 tierces. Le mouvement *Périodique* de la lune est celui par lequel elle achève son cours autour de la terre dans l'espace d'un mois lunaire *Périodique*, ce qui se fait en 27 jours 7 heures 43 minutes 5 secondes. (*Voyez* MOIS PÉRIODIQUE).

On caractérise encore par le mot *Périodique* les écoulemens d'eau, qui commencent et finissent alternativement dans certains temps déterminés, dans certains jours ou dans certaines heures de chaque jour. On trouve des *sources* dont l'écoulement est de cette nature, et on les appelle *sources intermittentes*. (*Voyez* SOURCES INTERMITTENTES).

PERIODIQUE. (*Mois*) (*Voyez* MOIS PÉRIODIQUE).

PERIODIQUE. (*Révolution*) (*Voyez* RÉVOLUTION PÉRIODIQUE).

PERIODIQUE. (*Temps*) (*Voyez* TEMPS PÉRIODIQUE).

PERIODIQUES. (*Vents*) (*Voyez* VENT).

PERIŒCIENS. C'est le nom des habitans de la terre qui vivent sous les mêmes parallèles, mais sous des demi-cercles opposés du méridien; de sorte qu'ils sont éloignés les uns des autres de 180 degrés en longitude. Il est aisé de concevoir par-là qu'ils ont les mêmes saisons, c'est-à-dire, le printemps, l'été, l'automne et l'hiver dans le même temps, ainsi que la même longueur des jours et des nuits, puisqu'ils sont dans le même climat et à égale distance de l'équateur; mais les uns ont midi dans le même temps que les autres ont minuit, et alternativement minuit dans le temps que les autres ont midi.

PERIOSTE. Les anatomistes ont donné le nom de *Périoste* à la membrane déliée qui recouvre les *Os*. (*Voyez* Os).

PÉRIPHERIE. On appelle ainsi la circonférence, ou le contour, ou enfin ce qui termine, en général, toute figure régulière curviligne.

PÉRISCIENS. On appelle ainsi les habitans des deux zones froides, ou les peuples qui vivent dans l'es-

pace compris entre les cercles polaires et les poles. Le soleil ne se couche point pour eux quand il est une fois sur leur horizon; et cet astre paroit tourner tout autour d'eux, ainsi que leur ombre, pendant tout le temps qu'il les éclaire. (*Voyez la Géographie générale de Varenius, tom.* 3, *chap.* 27, *prop.* 5, *pag.* 371).

Ceux qui habitent précisément sous les cercles polaires, ne sont *Périsciens* que pendant 24 heures, qui est leur plus long jour.

Ceux qui sont entre les cercles polaires et les poles, sont *Périsciens* pendant plusieurs jours, ou plusieurs mois, selon qu'ils sont plus ou moins proches des poles.

Enfin les habitans de dessous les poles, s'il y en a, sont toujours *Périsciens*; ils n'ont qu'un jour d'environ 6 mois et une nuit d'à-peu-près autant. Il ne faut cependant pas s'imaginer qu'il y ait sous les poles une nuit entièrement obscure pendant 6 mois : il y a près de 4 mois de crépuscules, savoir, 2 mois avant le lever du soleil, et 2 mois après son coucher : et, pendant les 2 autres mois, ces peuples ont le clair de lune deux fois, pendant près de 15 jours chaque fois. De sorte que, sous les poles, la nuit n'est entièrement obscure que pendant environ l'espace d'un mois.

PERLE. Pierre blanche et luisante, ou qui donne toutes les couleurs de l'iris, et qui se trouve dans la nacre de *Perle* et dans d'autres coquilles.

Il y a des *Perles* qui sont rondes, d'autres sont oblongues, d'autres en forme de poire, d'autres applaties et comme comprimées. On en trouve non-seulement dans les coquilles de mer, mais encore dans celles de rivière et d'eaux douces, et dans celles des lacs. On les trouve dans la coquille même et isolées, ou bien elles sont attachées à ses parois intérieures. On les nettoie avec de l'os de sèche, de la pierre-ponce, du sel, du savon de Venise et de l'eau.

Les *Perles* ne sont pas, à proprement parler, des pierres; elles sont plutôt des portions de la substance qui forme la coquille, qui, après s'être extravasées, se sont durcies.

Le grand prix qu'on met aux *Perles*, a fait étudier

leurs couleurs et leurs formes. Quand il est question d'en acheter, il faut avoir égard à leur grosseur, à leur figure et à leur éclat.

La pesanteur spécifique des *Perles* est à celle de l'eau distillée, comme 26836 est à 10000. Celle dont je me suis servi pour connoître cette pesanteur spécifique, est une *Perle* vierge orientale, ronde, de 7 lignes (près de 16 millimètres) de diamètre, et du plus bel orient, faisant le chapitre quinzième de l'inventaire des pierreries de la couronne, et évaluée 90000 l. : elle m'a été procurée par feu *Jacmin*, Joaillier de la couronne.

PERMÉABILITÉ. *Terme de Physique.* Propriété qu'ont certaines matières de se laisser traverser par d'autres. Toutes les matières, si l'on en excepte celle du feu, qui est absolument imperméable à toute autre substance, mais qui les pénètre toutes, sont perméables à quelqu'autre matière. La *Perméabilité* peut donc être regardée comme une propriété presque générale à tous les corps, quoiqu'elle ne leur appartienne pas dans le sens le plus étendu : car on ne connoît point de corps qui se laisse pénétrer indistinctement par tout autre. Par exemple, le verre est perméable à la lumière, il ne l'est point à l'air; le marbre est perméable à l'esprit-de-vin, à l'huile essentielle de térébenthine, etc. il ne l'est point à l'eau, etc.

PERMÉABLE. Epithète que l'on donne aux corps qui se laissent traverser par d'autres. Cette épithète convient, à quelques égards, à presque tous les corps, comme nous venons de le dire à l'article précédent. (*Voyez* PERMÉABILITÉ).

PERNICITAS. *Terme de Physique.* Mot latin dont quelques auteurs se servent pour désigner une vîtesse extraordinaire de mouvement; comme celle d'un boulet qui fend l'air, de la terre dans son orbite, etc.

PERPENDICULAIRE. Epithète que l'on donne à une ligne droite, ou à un plan, qui, tombant sur une autre ligne ou sur un autre plan, soit droit, soit courbe, fait de part et d'autre avec cette ligne ou ce plan des angles égaux. Soit la ligne AB (*Pl. II, fig. 7.*) qui, tombant sur la ligne CD, fait de part et d'autre les angles ABC, ABD égaux; car chacun est un angle

droit ou de 90 degrés : cette ligne *A B* est *Perpendiculaire* sur la ligne *CD* : il en est de même de la ligne *E D*, elle est *Perpendiculaire* sur l'extrémité de la ligne *CD* : car elle fait d'une part avec cette ligne l'angle droit *CDE*, et d'autre part avec le prolongement de cette ligne l'angle droit *FDE*. Soit encore la ligne *EA* (*Pl. I, fig.* 11.) qui, tombant sur la courbe circulaire *FAB*, fait de part et d'autre les angles *FAE*, *BAE* égaux ; cette ligne *EA* est donc *Perpendiculaire* à cette courbe : car elle est le prolongement du rayon *CA*.

De ce que nous venons de dire il s'ensuit évidemment, 1°. que quand une ligne *AB* (*Pl. II, fig.* 7.) est *Perpendiculaire* sur une autre ligne *CD*, celle-ci est aussi *Perpendiculaire* sur la ligne *AB* : 2°. que d'un même point *B* pris dans une ligne *CD*, on ne peut élever qu'une seule *Perpendiculaire* à cette ligne : 3°. que d'un même point *A*, pris hors d'une ligne *CD*, on ne peut abaisser qu'une seule *Perpendiculaire* à cette ligne.

La *Perpendiculaire* n'est pas toujours verticale ; ce n'est que dans le cas où la ligne ou le plan, duquel elle est élevée ou sur lequel elle est abaissée, est horizontal.

PERPETUEL. (*Mouvement*) (*Voyez* MOUVEMENT PERPÉTUEL).

PERSÉE. Nom que l'on donne, en astronomie, à une des constellations de la partie septentrionale du ciel, et qui est placée au-dessous de Cassiopée, entre Andromède et le Cocher ; c'est une des 48 constellations formées par *Ptolémée*. Une grande partie de cette constellation demeure toujours sur notre horizon, et ne se couche jamais pour nous. La tête de Méduse forme une partie de la constellation de *Persée*. (*Voyez l'Astronomie de la Lande, pag.* 170).

PERSPECTIVE. C'est l'art de représenter, sur une surface plane, des objets visibles tels qu'ils paroîtroient, s'il étoient vus à travers un plan transparent, placé perpendiculairement à l'horizon entre l'œil et les objets. Supposons *G* (*Pl. XXXV, fig.* 3.), l'œil qui regarde la rangée d'arbres *FE* à travers le plan transparent *fe*. Si l'on veut représenter ces objets sur une surface,

face plane, il faut qu'ils le soient tels qu'on les voit sur le plan *fe*, ayant soin de faire décroître la lumière, à mesure que les objets sont plus éloignés.

La *Perspective* est ou *spéculative* ou *pratique*.

La *spéculative* est la théorie des différentes apparences ou représentations de certains objets, suivant les différentes positions de l'œil qui les regarde.

La *pratique* est la méthode de représenter ce qui paroit à nos yeux, ou ce que notre imagination conçoit, et de le représenter sous une forme semblable aux objets que nous voyons.

Nous trouvons dans quelques ouvrages des Anciens, et principalement dans *Vitruve*, des traces des connoissances qu'ils avoient de la *Perspective*; mais il ne nous est resté d'eux aucun écrit en forme sur ce sujet. Ainsi cette science a été, pour ainsi dire, recréée par les modernes. *Albert Durer* et *Pietro del Borgo* en ont les premiers donné les règles; *Baltazar Peruzzi* les a perfectionnées; *Guido Ubaldi*, en 1600, étendit et simplifia la théorie de cette science; après lui une foule d'auteurs y ont travaillé, entre lesquels nous nommerons le *P. Deschales*, le *Père Lamy*, et sur-tout l'essai de *Perspective* de *s'Gravesande*, et celui du Savant *Taylor*, les deux meilleurs ouvrages que nous ayons sur cette matière. (*Voyez l'Hist. des Mathém. de Montucla, Tom. I, pag.* 632.)

La *Perspective* s'appelle plus particulièrement *Perspective linéaire*, à cause qu'elle considère la position, la grandeur, la forme, etc. des différentes lignes, ou des contours des objets; elle est une branche des mathématiques. Quelques-uns en font une partie de l'optique, et les autres en font simplement une science dérivée de l'optique; ses opérations sont toutes géométriques. (*Voyez* OPTIQUE.)

PESANT. Epithète que l'on donne aux corps qui ont une tendance vers le centre de la terre. Nous ne connoissons point de corps terrestres qui n'aient cette tendance: tous les corps terrestres sont donc *Pesans*.

PESANTEUR. *Terme de physique.* C'est la force qui fait descendre les corps, qui les oblige à se porter

d'un lieu plus élevé à un plus bas, enfin qui les fait tendre vers le centre de la terre.

Le mot *Pesanteur* signifie la même chose que *gravité;* mais nous employons ce dernier relativement à tous les corps de la nature ; et nous ne ferons usage du premier que relativement aux corps sublunaires : ce sera donc de ces derniers corps seulement dont il sera question dans cet article.

Tous les corps sublunaires ont de la *Pesanteur*, c'est-à-dire, qu'ils tendent tous vers le centre de la terre ; qu'ils tendent tous à s'en approcher, en se portant d'un lieu plus élevé à un plus bas : et si cette tendance n'a pas lieu, c'est qu'ils sont retenus par quelque obstacle que leur *Pesanteur* ne peut vaincre. Il paroît que cette force, qui fait descendre les corps, est une suite de la *gravitation générale* qu'on observe dans la nature ; mais, comme on ne sait pas certainement quelle est la cause physique de cette gravitation, on ignore de même quelle est la cause physique de la *Pesanteur*. Tous les systêmes qu'ont imaginés les physiciens pour en rendre raison, peuvent se ranger en deux classes. Les uns regardent la *Pesanteur* comme une qualité inhérente et primordiale des corps, comme une loi générale de la nature, qui peut n'avoir d'autre cause que la seule volonté du créateur : et il faut avouer qu'ainsi on écarte toutes difficultés ; mais il ne faut pas prétendre qu'on rende par-là physiquement raison de la *Pesanteur*. D'autres prétendent que la *Pesanteur* est l'effet de l'impulsion de quelque matière très-subtile et invisible. Mais quelle est cette matière? comment agit-elle? et pourquoi ne pousse-t-elle les corps que dans une direction perpendiculaire à l'horizon? Voilà ce qu'on ne peut dire qu'imparfaitement, et ce à quoi on a opposé des raisonnemens, auxquels on n'a pas encore pu répondre. Si le lecteur est curieux de juger lui-même ces systêmes, il les trouvera dans les ouvrages que nous avons cités à l'article *gravité* (*Voyez* GRAVITÉ), et il verra qu'il n'y en a aucun qui présente, sur la cause physique de la *Pesanteur*, une explication satisfaisante et bien intelligible. Abandonnons donc la cause, et attachons-nous à la connoissance des

effets : cela sera plus satisfaisant et en même temps plus utile.

Il ne faut pas confondre ces deux termes, *Pesanteur et Poids;* ils expriment deux choses très-différentes. La *Pesanteur* d'un corps est la force qui le sollicite à descendre; et son *poids* est la somme des parties pesantes qui sont contenues sous le même volume. La *Pesanteur* appartient également à toutes les parties d'un même corps : cette force n'augmente ni ne diminue par leur réunion ou leur séparation; mais le poids d'un corps change, comme la quantité de matière qui le compose. On peut donc dire que, quoique un petit corps ait moins de poids que n'en a un grand, il a cependant autant de *Pesanteur*; car l'un et l'autre tendent de haut en bas avec la même vitesse.

Il faut considérer dans la *Pesanteur*, ce que l'on considère dans toutes les autres puissances; savoir, 1°. sa direction : 2°. son intensité, c'est-à-dire, la mesure ou la quantité de son action sur les corps.

Sa direction est toujours perpendiculaire à l'horizon. On exprime encore cette direction par une tendance au centre de la terre; ce qui seroit précisément la même chose, si la terre étoit sphérique : car alors chaque ligne perpendiculaire à sa surface seroit le prolongement d'un rayon. Mais la terre étant un sphéroïde applati par les poles, les lignes perpendiculaires à sa surface n'aboutissent pas toutes au centre, mais à différens points qui composent un espace autour du centre; mais, comme cet espace est fort petit, on peut, sans erreur sensible, regarder le centre de la terre comme celui des corps graves.

A l'égard de l'intensité de la *Pesanteur* ou de la mesure de son action sur les corps, on peut faire plusieurs questions, auxquelles il est bon de répondre. On peut demander, 1°. si elle est la même dans tous les corps; c'est-à-dire, si elle tend à faire descendre les corps tous avec la même vîtesse : 2°. si la mesure de cette action est la même dans tous les temps : 3°. si elle est la même dans tous les lieux : 4°. si elle varie dans le même corps : 5°. dans le cas où elle varie, si elle augmente,

ou si elle diminue : 6°. dans le cas où elle augmente, comment se font ses progrès.

1°. La mesure de l'action de la *Pesanteur* est-elle la même dans tous les corps? on a cru pendant long-temps que la *Pesanteur* et le poids étoient synonymes, et que les corps avoient une tendance à tomber d'autant plus grande qu'ils avoient plus de masse. Cela étoit assez vraisemblable : en effet on voyoit toujours, comme on le voit aujourd'hui, qu'un corps peu dense, comme une plume, tomboit *moins* vîte qu'un corps plus dense, comme une pierre. Mais un plus ou un moins ne décide pas la question, quand il n'est pas proportionnel à la cause que l'on soupçonne. *Galilée* est le premier qui ait mesuré ce *moins;* et ayant trouvé qu'il ne répondoit pas à la différence des poids, il imagina que la *Pesanteur* agissoit avec une égale force sur la plume et sur la pierre; et que la différence dans leur chûte venoit uniquement de la résistance de l'air, qui se faisoit plus sentir sur celui des deux corps qui avoit le moins de masse. Ce raisonnement étoit très-bien fondé; et l'on en voit la justesse, si l'on fait tomber des corps dans le vide d'air : alors, de quelque nature qu'ils soient, ils tombent tous avec la même vîtesse. La mesure de l'action de la *Pesanteur* est donc la même dans tous les corps.

2°. Cette mesure est-elle la même dans tous les temps? Il paroît que oui : car les corps tombent aujourd'hui, comme ils tomboient il y a plusieurs milliers d'années : il n'y a donc point de variation à cet égard.

3°. L'intensité de la *Pesanteur* est-elle la même dans tous les lieux? En regardant comme centre des graves celui de la terre, on a soupçonné qu'à différentes distances de ce centre l'intensité de la *Pesanteur* n'est pas la même; qu'elle agit avec d'autant moins de force sur les corps qu'ils sont plus éloignés du centre de la terre. Et voulant connoître, par l'expérience, si ce soupçon étoit bien ou mal fondé, on a éprouvé la chûte des corps aux plus grandes hauteurs et aux plus grandes profondeurs auxquelles on a pu parvenir; mais n'ayant trouvé dans ces chûtes aucune différence sensible, on a cru l'intensité de la *Pesanteur* uniforme à toutes ces distances, jusqu'à ce qu'on ait eu des raisons de croire

le contraire. C'est *Newton* qui nous a fourni ces raisons. Non-seulement il assure que la *Pesanteur* agit d'autant moins sur les corps, qu'ils sont plus éloignés du centre de la terre ; mais il donne de plus des règles pour évaluer cette diminution. Il nous dit, et de manière à se faire croire, que si la lune étoit abandonnée à sa force centripète, elle descendroit vers la terre en parcourant environ 15 pieds 1 pouce (4898 millimètres) dans la première minute de sa chûte. Or c'est là l'espace que les corps, placés vers la surface de la terre, parcourent, en vertu de leur *Pesanteur*, dans la première seconde de leur chûte : et s'ils tomboient librement pendant une minute, et faisant abstraction de la résistance de l'air, ils parcourroient, à cause de l'accélération de leur chûte, dont nous parlerons ci-après, 3600 fois cet espace. Un corps qui tomberoit de la lune vers la terre, tomberoit donc 3600 fois plus lentement. Mais la lune est éloignée 60 fois autant du centre de la terre, que les corps qui sont à sa surface, le sont de ce même centre : et 3600 est le quarré de 60. D'où l'on doit conclure, avec *Newton*, que l'action de la *Pesanteur* sur les corps décroît comme le quarré de la distance augmente. C'est dans les ouvrages mêmes de *Newton* qu'il faut chercher les preuves de ce qu'il avance. (*Voyez ses principes Mathématiques de la philosophie naturelle, Tom. II, Prop. IV, pag.* 13, *Edit. de Paris*, 1759). Voici à-peu-près comment on peut juger de la quantité de l'action de la *Pesanteur* sur les corps à la hauteur de la lune, par la quantité de la même action sur les corps qui sont vers la surface de la terre, en supposant, comme l'a fait *Newton*, que la force centripète de la lune est la même que celle des corps terrestres. Supposons que *T* (*Pl. VI, fig.* 2.) représente la terre; *L* la lune; *LABC* l'orbite de cette planète. Il est certain que la lune ne circule autour de la terre, qu'en conséquence de deux puissances qui agissent en même temps sur elle; l'une sa force centripète, qui la pousse ou la tire vers la terre dans la direction du rayon *LT* de son orbite; et l'autre sa force centrifuge, résultante de son mouvement de circulation, qui la pousse dans la tangente *LF*. Il est certain de plus, comme on l'a dit à

l'article du *Mouvement composé* (*Voyez* MOUVEMENT COMPOSÉ), que si un corps obéit en même temps à deux puissances, comme LD, LE, on connoît le rapport de ces deux puissances par la diagonale LC que ce corps décrit. Supposons donc que LC soit l'arc de son orbite que la lune parcourt dans une minute, il est clair que le sinus verse LD de cet arc représente la quantité dont la lune descendroit vers la terre T, si elle n'obéissoit qu'à sa force centripète. Mais, vu la distance de la lune à la terre, et sa vîtesse moyenne, LD se trouve être, suivant *Newton*, de 15 pieds 1 pouce 1 $\frac{4}{9}$ ligne (4901 $\frac{2}{7}$ millimètres). (Car il a démontré, ainsi que *Huyghens*, qu'un corps qui fait sa révolution dans un cercle, tomberoit dans un temps donné vers le centre de sa révolution, par la seule force centripète, d'une hauteur égale au quarré de l'arc qu'il décrit dans le même temps, divisé par le diamètre du cercle). C'est donc là l'espace que la lune parcourroit pendant une minute en vertu de sa *Pesanteur*. L'intensité de cette force sur les corps est donc différente à différentes distances du centre de la terre; et elle décroît comme le quarré de la distance augmente.

L'intensité de la *Pesanteur* doit encore être différente dans les différens climats de la terre: Car la terre tournant sur son axe, chaque point de sa surface, ainsi que les corps qui y sont placés, prennent une force centrifuge, qui diminue les effets de la *Pesanteur*, puisqu'elle y est opposée (*Voyez* FORCE CENTRIFUGE); mais cette force centrifuge est d'autant plus grande dans chacun de ces corps, qu'ils décrivent de plus grands cercles dans le même temps. Or ceux qui sont vers l'équateur, décrivent de plus grands cercles que ceux qui sont vers les poles: les effets de la *Pesanteur* sur eux sont donc plus diminués. Ils tombent donc plus lentement. C'est en effet ce qui a été prouvé par l'expérience faite à Cayenne, en 1672, par *Richer*. Il observa qu'un pendule d'une longueur convenable pour battre les secondes à Paris, mesuroit à Cayenne des temps plus longs: et l'on sait que le mouvement d'oscillation d'un pendule est un effet de la *Pesanteur*. (*Voyez* PENDULE). Cette expérience a été répétée depuis par plusieurs bons

observateurs, entr'autres par les académiciens qui sont allés au Pérou, et par ceux qui ont fait le voyage du nord, pour les mesures relatives à la figure de la terre; et elle a toujours prouvé que les corps tombent plus lentement vers l'équateur qu'ailleurs, et que ce retardement diminue à proportion que la latitude du lieu augmente. C'est cette même expérience qui a fait douter de la sphéricité de la terre. (*Voyez* TERRE). C'est par des expériences semblables que *Bouguer* et *la Condamine* ont confirmé l'opinion de *Newton* dont nous avons parlé ci-dessus, savoir, que les corps tombent plus lentement à mesure qu'ils s'éloignent du centre de la terre. Ils ont fait osciller un pendule pendant la révolution d'une étoile fixe, 1°. au bas, 2°. au haut d'une des montagnes des Cordilières, et ont mesuré la différence des hauteurs perpendiculaires de ces deux stations. Le nombre des vibrations a été moindre, pendant le même temps, dans le haut que dans le bas; et ce moins s'est assez bien accordé avec la théorie de *Newton*.

4°. La quantité de l'action de la *Pesanteur* varie-t-elle dans le même corps? Si l'on mesure, comme en effet on doit le faire, cette quantité d'action par la vitesse avec laquelle un corps descend, elle peut varier dans le même corps, suivant qu'il est chaud ou froid, suivant la figure de ce corps, suivant le rapport de sa masse à son volume, etc. Mais toutes ces causes de variations sont accidentelles; elles naissent de la résistance du milieu que le corps est obligé de traverser. Mais une autre variation, qui dépend uniquement de la *Pesanteur*, est celle qui arrive au corps pendant qu'il tombe. Il semble que cette force soit dans le mobile même; elle agit sur lui, pendant toute la durée de sa chûte, autant qu'elle a agi au commencement: de sorte qu'elle lui donne à chaque instant une nouvelle impulsion, d'où naît un nouveau degré de vîtesse. Un corps qui a cédé à sa *Pesanteur* pendant une seconde, a donc une vîtesse actuelle plus grande que celle qu'il auroit eue, s'il n'étoit tombé que pendant une demi-seconde. On sait qu'un corps qui tombe librement, produit un choc d'autant plus grand qu'il tombe de

plus haut ; dans ce cas-là, l'intensité de ce choc ne peut augmenter que par la vitesse : car nous supposons la même masse, puisque c'est le même corps. La vîtesse de ce corps s'accroît donc à chaque instant.

5°. L'intensité de la *Pesanteur* augmente-t-elle, ou si elle diminue dans le même corps? Ce que nous venons de dire donne la réponse à cette question, et prouve que cette intensité va toujours en augmentant : car elle dépend de la masse et de la vîtesse : et l'expérience fait voir que cet accroissement de vîtesse est proportionnel à la hauteur de la chûte. Que l'on fasse tomber différens corps de hauteurs qui soient entr'elles en raison inverse des masses de ces corps, ils produiront tous le même effort. Les vîtesses acquises à la fin de chaque chûte, sont donc proportionnelles à la hauteur de ces chûtes.

6°. Mais quelle est à chaque instant la progression de cet accroissement de vîtesse? C'est encore à l'expérience à nous instruire : voici ce qu'elle fait voir. Si l'on fait tomber librement un corps, qui ait beaucoup de masse et peu de volume, afin d'avoir le moins de déchet possible par la résistance de l'air, on verra qu'il parcourt 15 pieds (4871 millimètres) dans la première seconde de sa chûte ; 45 pieds (14613 millimètres) dans la seconde suivante ; 75 pieds ($24355^{m.mt.}$) dans la troisième seconde ; 105 pieds ($34097^{m.mt.}$) dans la quatrième ; 135 pieds ($43839^{m.mt.}$) dans la cinquième, et ainsi de suite, en augmentant toujours de deux espaces égaux chacun à l'espace parcouru dans le premier temps. Ce qui fait voir que la vîtesse d'un corps qui tombe, s'accroît à chaque instant dans la progression arithmétique des nombres impairs, 1, 3, 5, 7, 9, etc., et que la somme des espaces parcourus à la fin de chaque temps, est comme le quarré des temps. (*Voyez* CHUTE DES CORPS).

De tout ce que nous venons de dire, il suit : 1°. que la force qui fait tomber les corps, est toujours uniforme, et qu'elle agit également sur eux à chaque instant : 2°. que les corps tombent vers la terre d'un mouvement uniformément accéléré : 3°. que leurs vîtesses sont comme les temps de leur mouvement : 4°. que les espaces

qu'ils parcourent, sont comme les quarrés des temps, ou comme les quarrés des vitesses; et que par conséquent les vîtesses et les temps sont en raison soudoublée des espaces: 5°. que l'espace que le corps parcourt en tombant pendant un temps quelconque, est la moitié de celui qu'il parcourroit pendant le même temps d'un mouvement uniforme avec la vîtesse acquise; et que par conséquent cet espace est égal à celui que le corps parcourroit d'un mouvement uniforme avec la moitié de cette vîtesse: 6°. que la force qui fait tomber ces corps vers la terre, est la seule cause de leur poids; car, puisqu'elle agit à chaque instant, elle doit agir sur les corps, soit qu'ils soient en repos, soit qu'ils soient en mouvement; et c'est par les efforts que ces corps font sans cesse pour obéir à cette force, qu'ils pèsent sur les obstacles qui les retiennent. Cependant, comme la résistance de l'air se mêle toujours ici-bas à l'action de la gravité dans la chûte des corps, il étoit impossible de connoître avec précision, par les expériences que *Galilée* avoit faites dans l'air, en quelle proportion cette force, qui anime tous les corps à tomber vers la terre, agit sur ces corps. Il fallut donc imaginer de nouvelles expériences. On en fit une dans la machine du vide, qui confirma ce que *Galilée* avoit plutôt deviné, que prouvé. De l'or, des flocons de laine, des plumes, du plomb, tous les corps enfin abandonnés à eux-mêmes tombèrent en même temps de la même hauteur au fond d'un long récipient purgé d'air. Cette expérience paroissoit décisive; mais cependant, comme le mouvement des corps qui tomboient dans cette machine, étoit très-rapide, et que les yeux ne pouvoient pas s'appercevoir des petites différences du temps de leur chûte, supposé qu'il y en eût, on pouvoit encore douter si les corps sensibles possèdent la faculté de peser à raison de leur masse, ou bien si le poids des différens corps suit quelqu'autre raison que celle de leur masse. Voici comment *Newton* leva cette difficulté.

Il suspendit des boules de bois creuses et égales à des fils d'égale longueur, et mit dans ces boules des quantités égales en poids, d'or, de bois, de verre,

de sel, etc. En faisant ensuite osciller librement ces pendules, il examina si le nombre de leurs oscillations seroit égal en temps égal; car la *Pesanteur* cause seule l'oscillation des pendules; et dans ces oscillations les plus petites différences deviennent sensibles. *Newton* trouva, par cette expérience, que tous les différens pendules faisoient leurs oscillations en temps égal. Or, le poids de ces corps étant égal, ce fut une démonstration que la quantité de matière propre des corps est directement proportionnelle à leur poids (en faisant abstraction de la résistance de l'air, qui étoit la même dans toutes les expériences), et que par conséquent la *Pesanteur* agit sur tous les corps sensibles à raison de leur masse.

De ces expériences, il suit : 1°. que la force, qui fait tomber les corps vers la terre, est proportionnelle aux masses, en sorte qu'elle agit comme 100 sur un corps qui a 100 de masse, et comme 1 sur un corps qui ne contient que 1 de matière propre : 2°. que cette force agit également sur tous les corps, quelle que soit leur contexture, leur forme, leur volume, etc. : 3°. que tous les corps tomberoient également vite ici-bas vers la terre, sans la résistance que l'air leur oppose, laquelle est plus sensible sur les corps qui ont plus de volume et moins de masse, et que par conséquent la résistance de l'air est la seule cause pour laquelle certains corps tombent plus vîte que les autres, comme l'avoit assuré *Galilée*.

Que quelque changement qui arrive à un corps par rapport à la forme, son poids dans le vide reste toujours le même, si la masse n'est point changée.

C'est donc la résistance de l'air qui retarde la chûte de tous les corps; son effet presqu'insensible sur les pendules, à cause de leur poids et des petites hauteurs dont ils tombent, devient très-considérable sur des mobiles qui tombent de très-haut; et il est d'autant plus sensible, que les corps qui tombent, ont plus de volume et moins de masse.

Desaguliers a fait là-dessus des expériences que leur justesse et les témoins devant qui elles ont été faites, ont rendues très-fameuses. Il fit tomber de la lanterne

qui est au haut de la coupole de Saint-Paul de Londres, qui a 272 pieds anglais (255 pieds français, ou 82806 $\frac{3}{4}$ millimètres) de hauteur, en présence de *Newton*, *Halley*, *Derham* et de plusieurs autres savans du premier ordre, des mobiles de toutes espèces, depuis des sphères de plomb de deux pouces (54 millimètres) de diamètre, jusqu'à des sphères formées avec des vessies de cochons très-desséchées et enflées d'air d'environ 5 pouces (135 millimètres) de diamètre. Le plomb mit 4 $\frac{1}{2}$ secondes à parcourir les 272 pieds, et les sphères faites avec des vessies 18 $\frac{1}{2}$ secondes. Il résulta du calcul fait, selon la théorie de *Galilée*, que l'air avoit retardé la chûte des sphères de plomb de 48 pieds (15587 millimètres) environ en 4 $\frac{1}{2}$ secondes. *Transact. Philos.*, *n°*. 362. *Voyez aussi les expériences de* Mariotte *dans son Traité de la Percussion*, *page* 116. Comme l'air résiste au mouvement des corps, il en résulte que les corps qui le traversent en tombant, ne doivent pas accélérer sans cesse leur mouvement : car l'air, comme tous les fluides, résistant d'autant plus qu'il est fendu avec plus de vîtesse, sa résistance doit à la fin compenser l'accélération de la gravité, quand les corps tombent de haut. Les corps descendent donc dans l'air d'un mouvement uniforme, après avoir acquis un certain degré de vîtesse, que l'on appelle leur *vîtesse complète*, et cette vîtesse est d'autant plus grande à hauteur égale, que les corps ont plus de masse sous un même volume. Le temps, après lequel le mouvement accéléré d'un mobile se change en un mouvement uniforme en tombant dans l'air, est différent, selon la surface et le poids du mobile, et selon la hauteur dont il tombe; ainsi ce temps ne sauroit être déterminé en général.

On a calculé qu'une goutte d'eau, qui seroit la 1000000000 partie d'un pouce cube (la 2000000 partie d'un millimètre cube) d'eau, tomberoit dans l'air parfaitement calme de 4 pouces $\frac{7}{10}$ par secondes d'un mouvement uniforme, et que par conséquent elle y feroit 235 toises (environ 458 mètres) par heure. On voit, par cet exemple, que les corps légers qui tombent du haut de notre athmosphère sur la terre, n'y

tombent pas d'un mouvement accéléré, comme ils tomberoient dans le vide par la force de la *Pesanteur*, mais que l'accélération qu'elle leur imprime, est bientôt compensée par la résistance de l'air; sans cela la plus petite pluie feroit de grands ravages, et loin de fertiliser la terre, elle détruiroit les fleurs et les fruits.

PESANTEUR ABSOLUE. C'est le poids total d'un corps quelconque, et sans comparaison au poids d'un autre corps.

PESANTEUR RESPECTIVE. C'est l'excès du poids d'un corps sur le poids d'un autre corps auquel on le compare.

PESANTEUR SPÉCIFIQUE. C'est le poids que pèse un corps sous un volume déterminé, comme par exemple, un pouce cube, ou un pied cube. Plus un corps quelconque a de poids sous ce volume donné, plus sa *Pesanteur spécifique* est grande. Le platine et l'or sont de tous les corps terrestres ceux qui ont la plus grande *Pesanteur spécifique*; car ce sont ceux de tous qui ont le plus de poids sous un volume donné.

Pour connoître la *Pesanteur spécifique* des corps, il faut d'abord connoître celle d'un corps, auquel on puisse comparer la *Pesanteur* de tous les autres. C'est ordinairement l'eau pure qui est ce terme de comparaison; et l'on pense que le pied cube de cette substance pèse 70 livres. On pèse donc hydrostatiquement ou dans l'eau, le corps dont on veut connoître la *Pesanteur spécifique*, après l'avoir pesé dans l'air. La comparaison de son poids dans l'air, avec la portion de son poids qu'il perd dans l'eau, donne ce que l'on cherche. Car on sait qu'un corps plongé dans l'eau, perd une portion de son poids égale au poids du volume d'eau qu'il déplace : or ce volume est parfaitement égal au volume du corps plongé. On a donc les poids de deux volumes égaux, l'un d'eau, et l'autre du corps que l'on éprouve. Et l'on fait cette proportion : la *Pesanteur spécifique* de ce corps est à celle de l'eau, comme le poids de ce corps est à la portion de son poids qu'il perd dans l'eau; ou, ce qui est la même chose, comme le poids de ce corps est au poids d'un volume d'eau égal au sien. Et pour connoître le poids d'un

pied cube de ce corps, on fait cette proportion : le poids du volume d'eau déplacé par ce corps est au poids de ce corps, comme 70 livres sont à un quatrième terme, que donne cette proportion. Supposons que le poids du volume d'eau déplacé soit 8 onces (245 grammes) : et que le poids du corps que l'on éprouve, soit 16 onces (490 grammes) : on aura cette proportion, 8 : 16 :: 70 : 140 (245 : 490 :: 34240 : 68480) : 140 livres seront donc le poids du pied cube de cette matière.

Ce seroit ici le lieu de placer une table des *Pesanteurs spécifiques* des corps : mais il est plus simple d'avoir recours à l'ouvrage que j'ai publié là-dessus, et qui est trop étendu pour faire partie de cet article. Je joindrai cependant ici, une table de la *Pesanteur spécifique* des métaux, pris dans tous les états dans lesquels ils sont employés dans les arts. Cette connoissance est souvent utile en physique.

Loix de la Pesanteur spécifique des corps. 1°. Quand deux corps sont égaux en volume, leurs *Pesanteurs spécifiques* sont l'une à l'autre comme leurs masses. Ainsi on dit qu'un corps est d'une *Pesanteur spécifique* double d'un autre, lorsqu'il a deux fois sa masse sous le même volume.

Donc les *Pesanteurs spécifiques* des corps égaux, sont comme leur densité. (*Voyez* DENSITÉ).

2°. Les *Pesanteurs spécifiques* des corps qui sont du même poids, sont en raison réciproque de leurs volumes. Ainsi les densités des deux corps du même poids sont en raison réciproque de leurs volumes.

3°. Les *Pesanteurs spécifiques* de deux corps sont en raison composée de la raison directe de leurs masses, et de la raison réciproque de leurs volumes.

4°. Un corps spécifiquement plus pesant qu'un fluide, perd dans ce fluide une portion de sa *Pesanteur* égale à celle d'un pareil volume de fluide.

Car, supposons qu'un pouce cubique de plomb soit plongé dans l'eau, un pouce cubique d'eau sera par ce moyen chassé du lieu qu'il occupoit ; mais le poids de cette eau étoit soutenu par la résistance de l'eau qui l'environnoit. Il faut donc qu'une partie du poids du cube de plomb soit soutenue par l'eau environnante,

et que cette partie soit égale au poids de l'eau qui a été repoussée; par conséquent la *Pesanteur* du corps plongé doit être diminuée d'autant. (*Voyez* FLUIDE). On peut faire le même raisonnement pour tout autre volume, et toute autre substance.

Ainsi, 1°. puisqu'un fluide *spécifiquement* plus pesant a plus de poids sous le même volume, qu'un autre plus léger; le même corps perdra davantage de son poids dans un fluide *spécifiquement* plus pesant que dans un plus léger, et par conséquent il pesera plus dans un fluide plus léger que dans un autre plus pesant.

2°. Deux corps égaux homogènes, par exemple, deux balles égales de plomb, qui pèsent également dans l'air, perdront leur équilibre, si on les plonge dans deux fluides différens.

3°. Puisque les *Pesanteurs spécifiques* sont comme les masses sous le même volume, la *Pesanteur spécifique* du fluide sera à la *Pesanteur spécifique* du corps plongé, comme la partie du poids que perd le corps solide, est à tout le poids du corps.

4°. Deux solides de volume égal perdent autant de poids l'un que l'autre dans le même fluide; mais le poids de celui qui est spécifiquement plus pesant, est plus grand que celui du corps spécifiquement plus léger: donc le corps spécifiquement plus léger perd plus de son poids à proportion que celui qui est spécifiquement plus pesant.

5°. Puisque les volumes des corps de poids égal sont réciproquement comme leurs *Pesanteurs spécifiques*, un corps spécifiquement plus léger perd davantage de son poids dans le même fluide, qu'un autre corps de même poids et d'une plus grande *Pesanteur spécifique*, ou d'un moindre volume. C'est pourquoi, s'ils sont en équilibre dans un fluide, ils ne le seront pas de même dans un autre; mais celui qui est spécifiquement plus pesant l'emportera, d'autant plus que le fluide sera plus dense.

6°. Pour déterminer en quelle raison la *Pesanteur spécifique* d'un fluide est à la *Pesanteur spécifique* d'un solide, qui est spécifiquement plus pesant que le fluide, passez la masse du solide dans le fluide, et remarquez

quel est précisément son poids dans le fluide et dans l'air : la gravité *spécifique* du fluide sera à celle du solide, comme la partie de la *Pesanteur* que perd le solide, est à son poids dans l'air.

7°. Les *Pesanteurs spécifiques* des corps également pesans sont réciproquement comme les quantités de *Pesanteurs* qu'ils perdent dans le même fluide.

Par ce moyen, on trouvera la raison des *Pesanteurs spécifiques* des solides, en pesant, dans le même fluide, des portions de ces solides qui soient également pesantes dans l'air, et en remarquant quel est le poids que chacun perd.

8°. Un corps spécifiquement plus pesant qu'un fluide, y descend avec une *Pesanteur* égale à l'excès de son poids sur celui d'un pareil volume de ce fluide.

Donc, 1°. La force qui peut soutenir dans un fluide un corps spécifiquement plus pesant, est égale à l'excès de la *Pesanteur* absolue de ce corps sur celle d'un pareil volume de fluide.

2°. Puisque l'excès de poids d'un solide sur le poids d'un fluide est moindre que l'excès du même sur le poids d'un fluide plus léger, ce solide descendra avec moins de vîtesse dans un fluide plus pesant que dans un autre plus léger.

9°. Un corps spécifiquement plus léger qu'un fluide s'enfonce dans ce fluide, jusqu'à ce que le poids d'une quantité de ce fluide, égale en volume à la partie qui est plongée, soit égal au poids du corps entier.

Donc, 1°. Puisque les *Pesanteurs spécifiques* des corps qui ont le même poids, sont réciproquement comme leurs volumes ; et que des volumes de même poids, dans différens fluides, sont comme les parties du même solide qui y sont plongées ; les *Pesanteurs spécifiques* des fluides sont réciproquement comme les parties du même corps qui y sont plongées.

2°. Un solide donc s'enfonce plus avant dans un fluide plus léger que dans un plus pesant, et d'autant plus profondément que le rapport de la *Pesanteur spécifique* du solide à celle du fluide est plus grand.

3°. Si un corps est de la même *Pesanteur spécifique*

qu'un fluide, tout le corps y enfoncera; et il s'arrêtera, dans quelqu'endroit du fluide qu'on le place.

4°. Si un corps spécifiquement plus léger qu'un fluide y est entièrement plongé, il sera forcé par les colonnes collatérales du fluide, de remonter avec une force égale à l'excès de *Pesanteur* d'un pareil volume du fluide sur la *Pesanteur* du solide.

5°. Donc un corps spécifiquement plus léger qu'un fluide, et placé dans le fond d'un vase que ce fluide remplit, sera soulevé et remontera.

10°. La *Pesanteur spécifique* d'un solide est à la *Pesanteur spécifique* d'un fluide plus pesant, où il est plongé, comme le volume de la partie qui y est plongée, est à son volume entier.

11°. Les *Pesanteurs spécifiques* des solides égaux en volume sont comme leurs parties plongées dans le même fluide plus pesant.

12°. La *Pesanteur* et le volume d'un corps, et la *Pesanteur d'un* fluide spécifiquement plus pesant étant donnés, trouver la force requise pour tenir le solide plongé entièrement dans le fluide.

Comme cette force est égale à l'excès de *Pesanteur* d'un pareil volume de fluide sur celle du solide, au moyen du volume donné du solide et du poids d'un décalitre du fluide, trouvez, par la règle de trois, le poids d'un volume de fluide égal à celui du corps.

Otez-en le poids du solide; le reste est la force demandée. Par exemple, supposé que l'on demande la force nécessaire pour soutenir dans l'eau un solide du volume de 30 décalitres et du poids de 100 kiliogrammes : puisqu'un décalitre d'eau pèse 10 kiliogrammes, le poids de 30 décalitres d'eau est 300 kiliogrammes : ôtez-en 100 kiliogrammes, qui est le poids du solide : les 200 kiliogrammes restans sont la force nécessaire pour tenir le solide plongé dans l'eau, et l'empêcher de remonter.

13°. La *Pesanteur* d'un corps qui doit être construit d'une matière spécifiquement plus pesante, et celle d'un fluide spécifiquement plus léger étant données, déterminer la cavité que le corps doit avoir pour nager sur le fluide.

La

La *Pesanteur* d'un décalitre de fluide étant donnée, on trouve, par la règle de trois, le volume de la portion du fluide égale en poids au corps. Si donc on fait la cavité du corps telle que le volume soit un peu plus grand que le volume trouvé, le corps aura moins de pesanteur sous le même volume que le fluide, et par conséquent sera spécifiquement plus léger, et ainsi nagera sur le fluide.

Par exemple, supposez qu'on propose de faire une boule de fer de 3 kiliogrammes, de telle sorte qu'elle puisse nager sur l'eau. Puisque le poids d'un décalitre d'eau est 10 kiliogrammes, une masse d'eau égale en poids à 3 kiliogrammes contiendra les $\frac{3}{10}$ d'un décalitre; et on trouvera facilement le diamètre d'une sphère qui ait $\frac{3}{10}$ de décalitre de solidité; on fera ensuite la boule de fer de manière qu'elle soit creuse en dedans, et que son diamètre soit plus grand que le diamètre trouvé; cette boule surnagera.

J'ai promis, au commencement de cet article, de donner ici une table des *Pesanteurs spécifiques* des métaux, pris dans tous les états, dans lesquels ils sont employés dans les arts. Voici ces *Pesanteurs* telles que je les ai trouvées par des expériences faites avec le plus grand soin; et non pas, comme l'ont fait la plupart des physiciens, sur de petits morceaux, mais sur des masses de 8, 10, 12 et 14 onces (2, 3 et 400 grammes) : de sorte que, s'il s'est glissé quelqu'erreur dans la manipulation, elle doit être imperceptible.

Table des pesanteurs spécifiques des métaux comparées à celle de l'eau distillée.

Eau distillée	10000
Or pur ou à 24 karats, fondu et non-battu . .	192581
Or pur ou à 24 karats, fondu et écroui	193617
Or au titre de Paris ou à 22 karats, fondu et non-battu.	174863
Or au titre de Paris ou à 22 karats, fondu et écroui ou forgé.	175894

Or au titre de la monnoie de France ou à 21 $\frac{23}{32}$ karats, fondu et non-battu.	174022
Or monnoyé de Paris	176474
Or au titre de bijoux ou à 20 karats, fondu et non-battu	157090
Or au titre de bijoux ou à 20 karats, fondu et écroui ou forgé.	157746
Argent pur ou à 12 deniers, fondu et non-battu.	104743
Argent pur ou à 12 deniers, fondu et écroui ou forgé.	105107
Argent au titre de l'orfévrerie de Paris ou à 11 deniers 10 grains, fondu et non-battu. . .	101752
Argent au titre de l'orfévrerie de Paris ou à 11 deniers, 10 grains, fondu et écroui	103765
Argent au titre de la monnoie de France ou à 10 deniers 21 grains, fondu et non-battu. .	100476
Argent monnoyé de France.	104077
Platine purifié	195000
Platine en barreau écroui.	203366
Platine passé à la filière	210417
Platine passé au laminoir	220690
Cuivre rouge fondu et non-battu.	77880
Cuivre rouge passé à la filière	88785
Cuivre jaune fondu et non-battu.	83958
Cuivre jaune passé à la filière	85441
Fonte de fer ou fer fondu.	72070
Fer forgé	77880
Acier ni trempé ni écroui	78331
Acier écroui et non-trempé	78404
Acier trempé et non-écroui	78163
Acier trempé et écroui.	78180
Plomb fondu et non-battu.	113523
Sa densité n'augmente point par l'écrouï.	
Etain pur de Cornouailles, fondu et non-battu.	72914
Etain pur de Cornouailles, fondu et écroui.	72994
Etain de Mélac, fondu et non-battu.	72963
Etain de Mélac, fondu et écroui.	73065
Etain neuf, fondu et non-battu.	73013
Etain neuf, fondu et écroui.	73115
Etain fin, fondu et non-battu	74789
Etain fin, fondu et écroui	75194

Etain commun, fondu et non-battu 79200
Etain *Claire étoffe*, fondu et non-battu . . . 84869
Ces deux dernières espèces n'augmentent point de densité par l'écroui.
Mercure 135681

Table des changemens de la densité des métaux par l'écroui.

Or pur. . . . . $\frac{1}{186}$
Or au titre de Paris . . . . . $\frac{1}{170}$
Or au titre de la monnoie, sous le balancier . . . . . $\frac{1}{71}$
Or au titre des bijoux . . . . . $\frac{1}{239}$
Argent pur . . . . . $\frac{1}{288}$
Argent au titre de Paris . . . . . $\frac{2}{103}$
Argent au titre de la monnoie sous le balancier . . . . . $\frac{1}{28}$
Platine . . . . . $\frac{2}{47}$
Cuivre rouge . . . . . $\frac{1}{8}$
Cuivre jaune . . . . . $\frac{1}{57}$
Fer forgé . . . . . $\frac{0}{0}$
Fer forgé battu à chaud . . . . . $\frac{1}{6491}$
Acier . . . . . $\frac{1}{1074}$
Par la trempe, sa densité diminue de $\frac{1}{850}$
Plomb . . . . . $\frac{0}{0}$
Etain de Cornouailles . . . . . $\frac{1}{912}$
Etain de Mélac . . . . . $\frac{1}{716}$
Etain neuf . . . . . $\frac{1}{716}$
Etain fin . . . . . $\frac{1}{185}$
Etain commun . . . . . $\frac{0}{0}$
Etain *claire étoffe* . . . . . $\frac{0}{0}$

Ces *Pesanteurs spécifiques* une fois connues, il est aisé de savoir ce que peseroient un pouce cube et un pied cube de chacun de ces métaux, et dans ces différens états. Je joins ici une Table de ces poids : cela pourra faire plaisir dans bien des cas.

Et, au lieu du pouce cube et du pied cube, on peut prendre tels autres volumes qu'on voudra : et la comparaison de ces volumes à la Table suivante, donnera leur poids.

Table du poids du pouce cube et du pied cube des Métaux.

	Pouce cube.			*Pied cube.*			
	Once.	Gr.	gr.	Livres.	Onc.	Gr.	gra.
Or pur	12	3	62	1348	1	0	41
Idem, écroui	12	4	28	1355	5	0	60
Or au titre de Paris .	11	2	48	1224	0	5	18
Idem, écroui . . .	11	3	15	1231	4	1	2
Or au titre de la monnoie	11	2	17	1218	2	3	51
Idem, écroui sous le balancier	11	3	36	1235	5	0	51
Or au titre des bijoux.	10	1	33	1099	10	0	46
Idem, écroui	10	1	57	1104	3	4	30
Argent pur	6	6	22	733	3	1	52
Idem, écroui	6	6	36	735	11	7	43
Argent au titre de Paris.	6	4	55	712	4	1	57
Idem, écroui	6	5	58	726	5	5	32
Argent au titre de la monnoie	6	4	7	703	5	2	36
Idem, écroui sous le balancier	6	5	70	728	8	4	71
Platine purifié . . .	12	5	8	1365	0	0	0
Platine écroui . . .	13	1	32	1423	8	7	67
Platine passé à la filière	13	5	8	1472	14	5	46
Platine passé au laminoir	14	2	31	1544	13	2	17
Cuivre rouge	5	0	28	545	2	4	35
Idem, passé à la filière.	5	6	3	621	7	7	26
Cuivre jaune	5	3	38	587	11	2	26
Idem, passé à la filière.	5	4	22	598	1	3	10
Fonte de fer ou fer fondu	4	5	27	504	7	6	52
Fer forgé	5	0	28	545	2	4	35
Acier ni trempé ni écroui	5	0	44	548	5	0	41
Acier écroui et non-trempé	5	0	47.	548	13	1	71
Acier trempé et non-écroui	5	0	38	547	2	2	3

	Pouce cube.			Pied cube.			
	Onces.	Gr.	gr.	Livres.	Onc.	Gr.	gra.
Acier trempé et écroui.	5	0	39	547	4	1	20
Plomb	7	2	62	794	10	4	44
Etain de Cornouailles.	4	5	58	510	6	2	68
Idem, écroui	4	5	61	510	15	2	45
Etain de Mélac . . .	4	5	60	510	11	6	61
Idem, écroui	4	5	64	511	7	2	17
Etain neuf	4	5	62	511	1	3	47
Idem, écroui	4	5	66	511	12	7	3
Etain fin	4	6	56	523	8	2	68
Idem, écroui	4	6	71	526	5	5	59
Etain commun . . .	5	1	5	554	6	3	14
Etain, *claire-étoffe.*	5	4	0	594	1	2	45
Mercure	8	6	25	949	12	2	13

PESE-LIQUEUR. C'est la même chose qu'*Aréomètre.* (*Voyez* Aréomètre).

PESON. (*Voyez* Balance romaine).

PETIT CHEVAL. (*Voyez* Cheval. (*Petit*)

PETIT CHIEN. (*Voyez* Chien. (*Petit*)

PETIT LION. (*Voyez* Lion. (*Petit*)

PETIT NUAGE. (*Voy.* Nuage. (*Petit*)

PETIT TRIANGLE. (*Voy.* Triangle. (*Petit*)

PETITE OURSE. (*Voy.* Ourse. (*Petite*)

PETRIFICATIONS. Nom que l'on donne aux plantes et aux substances animales qui sont réellement devenues pierres ou terre, et qui ont subi dans le sein de la terre un changement total dans les propriétés qui les caractérisoient; de sorte qu'elles ne sont plus de la même nature qu'elles étoient auparavant, sans néanmoins avoir perdu leur tissu original et leur forme première.

Il y a trois conditions absolument essentielles pour une vraie *Pétrification*: il faut, 1°. que la substance pétrifiée n'ait été antérieurement ni terre ni pierre, mais qu'elle ait appartenu au règne végétal ou au règne animal. 2°. Que cette substance soit devenue réellement terre ou pierre, et jouisse des propriétés qui caractérisent l'une ou l'autre de ces matières. 3°. Que cette substance ait conservé sa structure originaire, ou la marque d'une composition organique, qui appartienne proprement au règne végétal ou animal.

Il y a deux façons de s'y prendre pour réussir dans l'analyse chymique d'une vraie *Pétrification*. 1°. Par la distillation : l'on trouvera par ce moyen que toutes les *Pétrifications* animales donnent ou un sel alkali volatil, ou une liqueur urineuse, ou une huile empyreumatique ; au lieu qu'on n'obtient pour l'ordinaire des *Pétrifications* des végétaux qu'une liqueur acide semblable à celle du tartre. La seconde façon est la calcination : on observera que les *Pétrifications* animales prennent à feu nu une couleur blanche, et dans les vaisseaux fermés une couleur noire ; au lieu que les *Pétrifications* des végétaux se changent en charbons, et décèlent une portion de matière inflammable.

On rencontre des végétaux ou différentes parties des végétaux, ainsi que d'animaux, véritablement pétrifiées ; c'est-à-dire, dans lesquelles le suc pierreux s'est insinué à mesure que leur propre substance s'est détruite ; mais comme cette opération s'est faite très-lentement, ces corps ont conservé leur organisation, tant intérieure qu'extérieure, et présentent la même figure qu'ils avoient avant d'avoir été pétrifiés. Ce sont là les seuls corps auxquels appartient le nom de *Pétrification* : on lui a cependant donné une signification plus étendue ; car on appelle aussi *Pétrifications*, toutes les empreintes des végétaux ou des parties de végétaux et d'animaux qu'on trouve sur les pierres. Ces empreintes diffèrent des vraies *Pétrifications*, 1°. en ce que les vraies *Pétrifications* montrent pour l'ordinaire un corps tout autre, et qui se distingue, tant par sa matière que par sa couleur, de la pierre dans laquelle il est renfermé ; au lieu que les empreintes, quoiqu'elles en diffèrent quelquefois par la couleur, ne laissent pas de ressembler dans tous les autres points à la pierre sur laquelle la figure a été empreinte. Elles en diffèrent, 2°. en ce que les *Pétrifications* sont presque toutes en relief et excèdent la pierre qui les contient ; au lieu que les empreintes sont en creux, et plus ou moins profondes dans la pierre. Il ne faut pas croire que ce soit par un pur accident que ces pierres ont reçu les empreintes que l'on y remarque : elles ne sont faites que parce que les plantes ou animaux se sont trouvés dans une ma-

tière lapidifique encore molle, et que, quand cette matière s'est durcie et a pris la consistance d'une pierre, les plantes ou animaux ont laissé vide l'espace qu'ils occupoient, comme il arrive lorsqu'on marche sur de la terre grasse qui a une certaine consistance et qu'on y laisse l'empreinte des pas qu'on y a faits.

On donne encore le nom de *Pétrifications* à des plantes ou des parties de plantes ou d'animaux qui se sont changés en minéraux. J'ai vu des madrepores de cette espèce parfaitement minéralisés en fer.

Les *Pétrifications* s'opèrent sous-terre de la manière suivante : les parties animales ou végétales perdent d'abord leur humidité par l'évaporation ; ensuite, après avoir perdu leur liaison, elles s'exhalent peu-à-peu et très-lentement, ou bien sont absorbées par des matières alkalines et calcaires : à la portion évaporée succèdent des exhalaisons minérales, qui servent de liaisons aux matières calcaires et alkalines, qui s'unissent alors et se condensent : aussi y a-t-il deux choses essentielles à la *Pétrification* : 1°. la dissipation de ce qui servoit à lier et à réunir les particules terrestres : 2°. l'imprégnation de la substance minérale, qui va remplacer ce qui s'est dissipé. C'est pourquoi, pour qu'une substance puisse se pétrifier, il faut qu'elle soit dans des endroits par où il passe des eaux calcaires, et où il règne des exhalaisons minérales ou métalliques : et comme cette opération ne se fait que très-lentement, il faut que cette substance séjourne dans ces endroits-là pendant plusieurs siècles. D'où il est aisé de conclure que la substance qui doit se pétrifier, ne doit pas être à la surface de la terre, mais sous terre, à l'abri de l'air et de l'eau ; car la *Pétrification* ne peut se faire à l'air, parce que l'air a la propriété de détruire et de faire entrer en fermentation et en putréfaction toutes les substances animales et végétales : elle n'aura pas lieu non plus dans l'eau, parce que l'eau a, de même que l'air, la propriété de détruire, et qu'elle hâte beaucoup la fermentation et la putréfaction Pour que les parties animales ou végétales soient demeurées sans altération et dans leur état naturel, ce qui est essentiel pour la *Pétrification*, il faut donc qu'elles se soient

trouvées dans des terres sèches, qui les aient garanties de l'air et des eaux, telles que le sable, la marne et quelques terres métalliques.

PHASES. *Terme d'Astronomie.* On appelle ainsi les différentes apparences ou illuminations de certaines planètes, de la lune, par exemple; à cause qu'elle nous présente son disque illuminé tantôt en entier, tantôt en partie. Les diversités des *Phases* de la lune dépendent de sa différente position par rapport à la terre. Cette planète a toujours une de ses moitiés éclairée par le soleil; ainsi, suivant qu'elle est située par rapport au spectateur placé sur la terre, elle doit lui présenter plus ou moins de cette moitié éclairée. Quand le spectateur est placé entre le soleil et la lune, comme, par exemple, si la lune est en *L* (*Pl. LIX, fig.* 2.), le soleil en *S*, et le spectateur placé sur la terre *T*, la moitié éclairée de la lune paroît toute entière, et l'on dit alors que la lune est *pleine*. A mesure qu'elle s'approche du soleil, elle ne présente qu'une partie de cette moitié, laquelle partie, lorsque la lune est en *P*, est réduite à la moitié de cette moitié, et l'on dit alors que la lune est dans son *dernier quartier*, ce qu'on appelle aussi *Quadrature*. (*Voyez* QUADRATURE). Ensuite cette partie éclairée, présentée au spectateur, va toujours en diminuant; jusqu'au point de n'être plus visible pour lui, la lune se trouvant alors placée entre le soleil et la terre, comme en *N* : et l'on appelle cette *Phase*, *Nouvelle Lune*. La lune s'éloigne de nouveau du soleil, et recommence à présenter une portion de sa partie éclairée : lorsqu'elle est en *Q*, on dit qu'elle est dans son *premier quartier*. Cette portion éclairée, visible pour le spectateur, va toujours en augmentant, jusqu'à ce qu'enfin la lune étant arrivée en *L*, elle présente en entier sa moitié éclairée, et est encore dite être *pleine*.

Lorsque la lune n'est qu'à 45 degrés du soleil, comme en *A*, on dit qu'elle est dans son premier *octant* : en effet, nous ne voyons alors d'éclairé que la huitième partie de la surface du globe lunaire; et la lune est éloignée du soleil de la huitième partie d'un cercle : elle nous paroît alors sous la forme de croissant.

Lorsque la lune est éloignée de 135 degrés du soleil, comme en *B*, elle est dans son second *octant* : nous voyons alors d'éclairé plus de la moitié du disque lunaire, et il ne reste de ce disque dans l'ombre qu'autant que nous en voyions d'éclairé dans le premier *octant*. Lorsque la lune, après être devenue pleine, s'est éloignée de 45 degrés de son opposition, comme en *C*, elle est dans son troisième *octant*, dont l'apparence est semblable à celle du second. Enfin lorsque la lune s'est éloignée de 135 degrés de son opposition, et qu'elle n'est plus qu'à 45 degrés du soleil, comme en *D*, elle est dans son quatrième *octant*, et nous paroît, comme dans le premier, sous la forme d'un croissant, avec cette différence seulement, que sa convexité est tournée vers l'orient, au lieu que, dans le premier *octant*, elle étoit tournée vers l'occident.

On peut représenter ces différentes *Phases*, en exposant à la lumière d'un flambeau un corps sphérique, qu'on place d'abord entre la lumière et l'œil ; et ce corps paroît dans l'obscurité : voilà la *nouvelle lune*. Mais si l'on recule un peu le corps sphérique, de quelque côté que ce soit, en sorte que le flambeau, l'œil et le corps sphérique soient dans le même plan, alors l'œil appercevra une portion de la partie de ce corps qui est éclairée par le flambeau : voilà le *premier quartier*. Enfin la moitié éclairée se présentera toujours de plus en plus à l'œil, jusqu'au point de paroître toute entière : voilà la *pleine lune*. Alors l'œil se rencontrera entre le flambeau et le corps illuminé.

On apperçoit avec le télescope que *Vénus* et *Mercure* ont aussi des *Phases ;* mais celles de la *Lune* sont les plus remarquables.

A l'égard des *Phases* de Vénus, on n'y découvre aucune diversité à la vue simple, mais on y en remarque avec le télescope : *Copernic* prédit que les siècles à venir découvriroient que Vénus éprouveroit les mêmes changemens que la lune : *Galilée* fut le premier qui accomplit cette prédiction ; en dirigeant son télescope sur Vénus, il observa que les *Phases* de cette planète étoient semblables à celles de la lune ; que tantôt elle étoit pleine, tantôt en croissant. (*Voyez* VÉNUS).

Mercure fait voir les mêmes apparences : toute la différence entre celles-ci et celles de la lune, est que, quand ces planètes sont pleines, le soleil est entre elles et nous; au lieu que, quand la lune est pleine, nous sommes entre elle et le soleil. (*Voyez* MERCURE).

Saturne a embarrassé long-temps les astronomes par son étrange diversité de *Phases* : *Hévélius* et d'autres le trouvent, 1°. monosphérique; 2°. trisphérique; 3°., sphérico-ansé; 4°. elliptico-ansé; 5°. pointu-sphérique. *Huyghens* crut d'abord que ces *Phases* prétendues ne venoient, pour la plupart, que de l'imperfection des télescopes de ces observateurs; cependant il a remarqué lui-même des variétés réelles dans la figure de cette planète, et les a expliquées. Ce grand homme, avec le secours des meilleurs télescopes, y remarqua trois *Phases* principales; savoir, le 16 janvier 1656, cette planète lui parut ronde; le 13 octobre, il la vit comme si elle avoit des bras; et le 17 décembre 1657, comme si elle avoit des anses.

Il expliqua ces différentes irrégularités par la supposition d'un anneau lumineux dont Saturne est entouré, et publia sa découverte dans son système de Saturne, imprimé parmi ses autres ouvrages dans les recueils qu'on en a faits; les différentes positions de cet anneau, par rapport à notre œil, occasionnant ces irrégularités apparentes. (*Voyez* SATURNE *et* ANNEAU *de* ATURNE).

On observe aussi beaucoup de changemens sur le disque de Jupiter. (*Voyez* JUPITER).

Les *Phases* de la lune prouvent que la surface de cette planète est sensiblement sphérique; car, en la supposant sphérique, on trouve que la plus grande largeur de la *Phase* doit être à-peu-près comme le sinus verse de l'élongation au soleil; or, suivant les observations d'*Hévélius*, les largeurs des *Phases* suivent à-peu-près ce rapport. (*Voyez les Recherches de* d'Alembert *sur le système du Monde. II partie, pag.* 263 *et* 264).

PHENOMENE. *Terme de Physique.* Nom que l'on donne à une apparence, à un effet, à une opération, à une action d'un corps sur un autre, etc. qui s'offrent

à l'observation des hommes occupés de l'étude de la nature.

Phénomène se dit dans l'usage ordinaire de quelque chose d'extraordinaire, qui paroît dans les cieux, comme les comètes, l'aurore boréale, etc. Mais les philosophes appellent *Phénomènes* tous les effets qu'on observe dans la nature, ou plutôt, tout ce que nous découvrons dans les corps à l'aide des sens. Les *Phénomènes* concernent la situation, le mouvement, les changemens et les effets des corps. Lorsque nous considérons, par exemple, l'ordre et la combinaison de sept étoiles que l'on remarque à la grande Ourse, c'est un *Phénomène* de situation : le lever du soleil, son midi et son coucher nous offrent un *Phénomène* de mouvement : la lune qui commence à paroître, qui croît ensuite sensiblement; devient demi-pleine, paroît après cela dans son plein, et qui souffre ensuite en décroissant, mais dans un ordre renversé, les mêmes variations qu'elle a subies pendant son accroissance, nous présente un *Phénomène* de changement. Lorsqu'un corps est poussé contre un autre, il agit sur lui; la même chose arrive, lorsqu'un corps en tire un autre, et c'est ce qu'on appelle un *Phénomène* d'effet. Les *Phénomènes* sont la pierre de touche des hypothèses; pour qu'une hypothèse acquière quelque degré de probabilité, il faut qu'on puisse, par son moyen, expliquer quelques *Phénomènes*; et la probabilité de l'hypothèse augmente dans la même raison que le nombre des *Phénomènes* expliqués par son moyen.

Newton nous a donné des règles admirables pour l'explication des *Phénomènes* de la nature; elles sont trop importantes pour ne pas les donner ici avec quelques exemples.

1°. *On ne doit admettre pour véritable cause des* Phénomènes *de la nature, que celles que l'on connoît pour être véritables, et dont la vérité est démontrée par des expériences, par des observations plusieurs fois réitérées, et de différentes manières, et qui suffisent pour rendre raison des* Phénomènes *que l'on doit expliquer.*

On ne doit donc admettre pour causes que celles que les *Phénomenes* de la nature indiquent manifestement. Elles sont véritables : 1°. S'il est constant qu'elles exis-

tent dans la nature, et si tous les *Phénomènes* concourent à démontrer leur existence; 2°. si non-seulement les *Phénomènes* peuvent être déduits, mais encore s'ils ont une connexion nécessaire avec les causes; 3°. si les corps éprouvés et traités de différentes manières, nous indiquent constamment les mêmes causes des mêmes *Phénomènes*; 4°. si on ne peut supprimer ces causes sans détruire les *Phénomènes* eux-mêmes.

Nous allons mettre cette théorie dans tout son jour par l'exemple suivant. Si on plonge dans l'eau d'un réservoir la queue d'une pompe aspirante, et qu'on fasse mouvoir le piston, l'eau s'élevera dans le corps de la pompe et le remplira : or la cause de l'élévation de l'eau, dans cette occasion, est manifestement la pression que l'air exerce sur la surface de l'eau du réservoir, à l'exception de la colonne qui répond à la cavité pratiquée selon la longueur de la queue de la pompe, et dont le piston raréfie l'air par son élévation. Une preuve incontestable que c'est à la pression de l'air que l'on doit rapporter, comme à sa véritable cause, le *Phénomène* que nous venons d'exposer, c'est que, 1°. on sait que la surface de l'eau du réservoir est soumise à la pression de l'air qui s'appuie sur cette surface; 2°. parce que la pression de l'air est capable de faire jaillir l'eau à une certaine hauteur; 3°. parce que l'expérience nous apprend que, si on supprime l'air qui est compris dans le réservoir, ou qu'on le remplisse exactement d'eau, et qu'on le bouche de manière que l'air n'y puisse point pénétrer; l'expérience, dis-je, démontre que l'eau ne s'élèvera point dans la pompe, malgré les succions réitérées du piston; mais qu'elle s'y élèvera aussi-ôt, si on donne entrée à l'air dans le réservoir. Il arrive encore la même chose, lorsqu'on fait agir une pompe sur tout autre fluide que sur l'eau, avec cette différence que la pression de l'air l'élève plus ou moins haut, suivant qu'il est plus ou moins pesant qu'un pareil volume d'eau. D'après ces observations, peut-on se refuser à croire que c'est à la pression de l'air qu'on doit attribuer l'élévation de l'eau ou de tout autre liquide, dans les pompes? Il suit de tout ce que nous venons de dire, que, dès qu'il est démontré qu'une cause existe

réellement dans la nature, c'est elle qui a opéré un *Phénomène* quelconque, et qu'elle suffit à sa production; il est inutile de recourir à une autre cause quelconque, quoiqu'il fût possible d'en imaginer un autre qui eût pu produire le même effet.

S'il arrive que la nature, quelquefois jalouse de ses secrets, dérobe à nos recherches les causes des effets qu'elle nous permet de considérer, il convient alors d'avouer son insuffisance, plutôt que d'imaginer sur-le-champ quelques causes purement probables au premier abord, et de s'en servir pour tâcher de rendre raison des *Phénomènes* qu'on se propose d'expliquer. Une science simple, mais stable, et certaine, est toujours préférable à une autre qui seroit incertaine, vague et erronée, quoiqu'elle fût établie sur des fondemens ingénieusement imaginés, et ornée d'argumens spécieux et propres à induire en erreur.

PHILOSOPHIE NEWTONIENNE. (*Voyez* NEWTONIANISME).

PHILOSOPHIQUE. (*Bougie*) (*Voyez* BOUGIE PHILOSOPHIQUE).

PHLEGME. Partie aqueuse contenue dans une substance. Par exemple, la partie aqueuse combinée avec l'esprit-de-vin, pour former de l'eau-de-vie, est ce qu'on appelle le *Phlegme* de l'eau-de-vie. Lorsqu'on a mis le feu à de l'eau-de-vie, la partie spiritueuse brûle et s'évapore : il ne reste que le *Phlegme*.

PHŒNIX. Nom que l'on donne en astronomie, à une des constellations de la partie méridionale du ciel, et qui est placée entre l'extrémité méridionale de l'éridan, et l'attelier du sculpteur. C'est une des douze constellations décrites par *Jean Bayer*, et ajoutées aux quinze constellations méridionales de *Ptolémée*. (*Voyez l'astronomie de la Lande, pag.* 185). *L'abbé de la Caille* en a donné une figure très-exacte dans les *Mémoires de l'académie des Sciences, année* 1752, *Pl. XX.*

Cette constellation est une de celles qui ne paroisssent jamais sur notre horizon : les étoiles qui la composent, ont une déclinaison méridionale trop grande pour pouvoir jamais se lever pour nous.

PHONIQUE. (*Centre*) (*Voyez* CENTRE PHONIQUE).

PHONOCAMPTIQUE. (*Centre*) (*Voyez* CENTRE PHONOCAMPTIQUE).

PHORONOMIE. Quelques mécaniciens nomment ainsi la science du mouvement des solides et des fluides : ce qui comprend la mécanique, la statique, l'hydraulique, l'hydrostatique et l'aérométrie. C'est dans ce sens, que *Herman* a intitulé un ouvrage dans lequel ces matières sont traitées. *Phoronomia sive de viribus et motibus corporum solidorum et fluidorum.*

PHOSPHATES. Sels formés par la combinaison de l'acide phosphorique avec différentes bases. (*Voyez* ACIDE PHOSPHORIQUE).

PHOSPHITES. Sels formés par la combinaison de l'acide phosphoreux avec différentes bases. (*Voyez* ACIDE PHOSPHOREUX).

PHOSPHORE. On appelle *Phosphores* les corps qui ont la propriété de luire dans l'obscurité, sans qu'on les allume avec un feu étranger.

On peut distinguer en général deux sortes de *Phosphores* : les uns que nous nommerons *naturels*, parce qu'ils luisent d'une lumière spontanée, sans préparation, ou au moins par des dispositions qu'ils acquièrent d'eux-mêmes : les autres que nous appellerons *artificiels*, parce qu'ils ne deviennent *Phosphores* que par le secours de l'art. On trouve des uns et des autres dans les trois règnes de la nature.

Phosphores naturels. 1°. Dans le règne animal. Un des plus brillans que nous ayions en France est la femelle d'une espèce de cantharide, connue sous le nom du *Ver-luisant*. Cet insecte n'est lumineux que par la partie postérieure et inférieure du corps ; et sa lumière paroît due à une matière fluide qu'il a dans les intestins. Il y a aussi en Espagne, en Italie, en Sicile, et en quelques-unes de nos provinces méridionales de France, une espèce de petite cantharide, dont le mâle et la femelle sont phosphoriques. Dans les Antilles et en différens endroits des Indes, il y a des mouches et des scarabées phosphoriques : telle est la mouche luisante de Surinam, décrite par Mlle. *Mérian*, et appelée pour

cela *porte-lanterne*, ainsi que la mouche luisante de la Chine. On trouve aussi dans les eaux des animaux phosphoriques, tels que les dails et autres coquillages, de petites scolopendres qui se trouvent en différentes mers, et qui sont en grande quantité dans les lagunes de Vénise. Il arrive souvent que des animaux, quoiqu'ils ne luisent pas pendant leur vie, deviennent phosphoriques après leur mort. Cela arrive à plusieurs poissons, comme l'alose, la sole, les cartilages de la raie, etc. On a vu quelquefois certaines vapeurs grasses et spiritueuses, exhalées des corps vivans, s'enflammer comme d'elles-mêmes, et produire un feu si léger qu'il n'étoit sensible que par sa lumière : c'est ce que l'on trouve sous le nom de *ignis lambens* dans les auteurs tant anciens que modernes.

2°. Dans le règne végétal, il y a une quantité de substances qui sont phosphoriques. Les bois blancs et pourris à un certain point sont lumineux dans l'obscurité, au point même, à ce que l'on prétend, de pouvoir se conduire avec sûreté pendant la nuit, par le moyen de leur lumière. On ne connoissoit qu'un très-petit nombre de *Phosphores* de ce genre, lorsque *Beccari*, professeur de chymie et membre de l'Institut de Bologne, soupçonnant qu'il pourroit y en avoir beaucoup, imagina de s'en assurer par le moyen suivant. Il se fit faire une loge portative, qui pouvoit se fermer de façon à ne laisser aucun accès à la lumière du dehors, et à l'un des côtés de cette loge, il fit pratiquer un tour semblable à ceux des couvens de religieuses : moyennant cet appareil, il pouvoit rester long-temps sans voir le jour, disposer par-là ses yeux à sentir une lumière foible, faire passer autant de fois qu'il le vouloit, et presque subitement, les corps qu'il avoit en vue d'éprouver, du grand jour dans la plus parfaite obscurité; conditions toutes nécessaires dans des expériences de ce genre. En procédant ainsi, *Beccari* a reconnu dans le règne végétal une grande quantité de *Phosphores* qui ne différoient entr'eux que par le plus ou le moins de lumière. Tels sont le bois de sapin sec, différentes écorces d'arbres et de plantes dont la couleur tire sur le blanc, le coton, le sel concret des plantes, le tartre,

le sucre, la cire blanche, la toile et par-dessus tout le papier. *Beccari* a fait de semblables recherches sur les matières animales et sur les fossiles, et les a consignées dans un ouvrage, qui a pour titre : *De quam plurimis Phosphoris nunc primum detectis commentarius. Bononiæ*, 1744.

3°. Dans le règne minéral. *Boyle* ayant rencontré un diamant qui étoit lumineux, lorsqu'on le portoit du grand jour dans l'obscurité, fit sur lui beaucoup d'observations, et en fit un petit traité, intitulé : *Adamas lucens*. *Dufay*, partant de ce fait, observa que cette propriété phosphorique appartenoit à presque tous les diamans, et sur-tout aux jaunes, ainsi qu'à quantité d'autres pierres fines. C'est d'après son invitation aux savans de suivre ses recherches, que *Beccari* a poursuivi celles dont nous avons parlé ci-dessus, desquelles il résulte que différentes espèces de terres, de sables, de pierres dures, tendres, opaques, transparentes, figurées, et autres, ainsi que les concrétions pierreuses, les matières animales pétrifiées, les sels, etc. brillent dans l'obscurité, quand ils ont été auparavant exposés au grand jour, et deviennent par-là autant de *Phosphores*. On peut dire en général, que si l'on excepte les métaux et ce qui en contient, ainsi que les corps d'une couleur brune, il y en a peu, parmi les autres, qui ne fournissent des exemples de *Phosphores*.

Phosphores artificiels. Il y a trois principales préparations propres à rendre les matières phosphoriques. On les rend telles, 1°. en les chauffant ou les desséchant, ou les faisant cuire par un degré de feu modéré ; ce qui laisse subsister la plupart de leurs qualités sensibles. 2°. Par une forte calcination ; ce qui cause des changemens considérables jusque dans les parties les plus intimes, sans défigurer la masse. 3°. Par des dissolutions, des mèlanges, et ensuite par l'action d'un feu violent ; ce qui fait, pour ainsi dire, changer de nature à ces substances, et leur fait prendre de nouvelles formes.

Par le premier procédé, *Beccari* est venu à bout de rendre phosphoriques quantité de matières qui ne le sont pas naturellement ; et parmi celles qui le sont, il

il en a trouvé plusieurs qu'un certain degré de chaleur, le desséchement ou la cuisson faisoit briller d'une lumière plus vive : tels sont, par exemple, la chair de volaille, les os, les nerfs, les sucs épaissis, la colle forte, celle de poisson, le fromage, etc. et parmi les végétaux, les amandes, les châtaignes, les fèves, la mie de pain, le café peu brûlé, et sur-tout le papier.

La pierre de Bologne qui est une espèce de spath, est le premier exemple de *Phosphore artificiel* produit par le second procédé. Ensuite *Dufay* fit voir, en 1730 (*Mémoire de l'Académie des Sciences*, *année* 1730.), que la topase des droguistes, les bélemnites, les albâtres, les gypses, les coquilles pétrifiées tendres, les pierres à chaux, et assez généralement toutes celles qu'un esprit acide peut dissoudre, imitoient par leurs effets la pierre de Bologne, avec seulement une différence du plus au moins pour la vivacité et la durée de la lumière.

Troisième procédé. *Kunckel*, *Boyle* et *Lemery* (*Cours de Chymie de Lemery*, *page* 828.) nous ont appris qu'une dissolution de craie par l'eau forte, évaporée et ensuite calcinée, étoit un *Phosphore*. Les *Phosphores* de cette espèce se multiplièrent tellement entre les mains de *Dufay*, que, pour les faire connoître, il trouva plus court de nommer les matières qu'il falloit excepter. « A la réserve, dit-il, des pierres dures et impénétrables aux acides, comme les agates, les jaspes, les cailloux, le porphyre, le grès, le sable, le crystal de roche, celui d'Islande, le sable de rivière, la pierre-de-lard, la pierre de croix, l'ardoise, le vrai talc, les pierres précieuses, dont aucune ne m'a réussi ; il n'y en a peut-être point qui ne soit lumineuse, soit par la simple calcination, soit par la préparation que nous avons rapportée, ou même des deux manières ». (*Voyez les Mémoires de l'Académie des Sciences*, 1730, *pag.* 524).

Les *Phosphores* sont donc autant multipliés aujourd'hui, qu'on les croyoit rares autrefois : et on pourroit presque regarder comme un phénomène singulier, qu'une matière ne pût être rendue phosphorique, ni par calcination, ni par dissolution.

PHOSPHORE DE KUNKEL, appelé aussi *Phosphore d'Angleterre.* Substance qui ressemble à de la cire jaune, qui donne de la lumière dans l'obscurité, et qui s'enflamme par un frottement assez léger.

Brandt, bourgeois de la ville d'Hambourg, est le premier qui a découvert ce *Phosphore*, en 1677, lequel fut ensuite découvert par Kunkel, qui, ayant plus de réputation que Brandt, lui donna son nom. Les chymistes ont un peu varié dans la manière de procéder pour l'obtenir : c'est dans leurs ouvrages qu'il faut s'en instruire. Nous nous contenterons ici de donner en gros leur procédé, tel qu'il a été donné par *Hellot*, de l'Académie des Sciences, dans les *Mémoires pour l'année 1737, pag. 348 et suiv.*

On fait évaporer cinq ou six muids d'urine ; il n'importe que ce soit de l'urine de personnes buvant de la bierre ou du vin, pourvu qu'elle ait fermenté au moins cinq ou six jours. Celle que nous avons employée, venoit des corridors de l'hôtel des invalides, où les soldats boivent peu de l'une ou de l'autre de ces deux liqueurs.

Il faut que, par l'évaporation, l'urine soit réduite en une matière grumeleuse, dure, noire, et à-peu-près semblable à de la suie de cheminée : cinq muids de l'urine des invalides, nous ont laissé environ 38 livres (18 $\frac{1}{2}$ kiliogrammes) de cette matière dure et cassante. Pour faire cette évaporation un peu vîte, on construit un fourneau de briques, composé d'un cendrier et d'un foyer, séparés à l'ordinaire par une grille pour y faire un feu de flamme avec du cotret, du bois pelart, ou autre bois sec : au moyen de cette grille, la braise du bois se consume, ce qui n'arriveroit pas, si le bois étoit à plat sur le sol du fourneau ; car alors elle y noircit et le feu s'éteint. Il faut donner huit à neuf pouces (20 à 25 centimètres) de hauteur au cendrier, placer sur ses parois les barres de la grille et y élever un foyer de douze pouces (3 $\frac{1}{4}$ décimètres), puis ajuster dessus une grande marmite ou chaudière de fer de la capacité de quatre ou cinq seaux ; on l'entourera de briques éloignées d'elle par le bas d'un bon pouce (27 millimètres), et rapprochées par le haut jusqu'à

la toucher ; on aura soin de laisser quatre évents ou regîtres pour donner de l'air à la flamme ; on entourera le haut de cette première marmite de feuilles de fer-blanc, assujéties tout autour par des briques, excepté du côté droit du fourneau, où il faut que ces feuilles de fer-blanc manquent de la largeur de 7 à 8 pouces (19 à 20 centimètres), afin de ménager un égouttoir à l'écume qui s'élève de l'urine pendant son premier bouillon : cette écume se déchargera par cet égouttoir dans une autre marmite de fer dont on va parler.

Au côté droit de ce premier fourneau, on en construira un second moins haut, sans grille et sur lequel on ajustera une seconde marmite de fer à-peu-près de même capacité que la précédente : il faut que celle-ci soit moins élevée d'un demi-pied (16 centimètres) que la première, afin que l'écume dont on vient de parler, puisse se dégorger dans cette marmite basse le long du plan incliné de l'égouttoir, qu'on fera faire de fer-blanc avec des bords relevés de 5 ou 6 pouces (14 à 16 centimètres) ; le foyer simple de ce fourneau n'aura que 9 à 10 pouces (25 à 27 centimètres) de haut. Ces deux fourneaux doivent avoir d'épaisseur la largeur des briques ordinaires, posées de plat et liées ensemble par un lut de terre grasse, de bourre hachée et d'un peu de briques pilées.

Ces fourneaux et les chaudières étant ainsi disposés, on emplira à moitié la première marmite d'urine fermentée, et l'on allumera dessous un feu clair de bois bien sec : l'écume qui s'élevera, tombera par l'égouttoir dans la marmite inférieure, sous laquelle on aura mis un feu de charbon ; celle-ci sert non-seulement à recevoir l'écume, mais aussi à chauffer l'urine qu'on doit mettre dans la suite dans la marmite haute, à mesure que cette urine diminue de hauteur en s'évaporant ; car, pour éviter l'élévation de l'écume quand l'ébullition a commencé, il ne faut plus remplir la marmite haute qu'avec de l'urine chaude et même bouillante.

Cependant si, malgré toutes ces précautions, l'écume étoit trop abondante, et que la marmite ne fût

pas capable de la contenir, il n'y a qu'à jeter dessus gros comme une petite fève de suif, dans l'instant cette écume s'affaisse et l'urine en prend plus vite le bouillon.

Au moyen de ces deux marmites ainsi disposées, on évapore plus d'un muid d'urine en vingt-quatre heures : vers la fin de l'évaporation de deux muids d'urine, il ne faut plus en mettre de nouvelle dans la marmite haute où cette liqueur commencera à s'épaissir et à noircir ; c'est alors qu'il faut la remuer sans cesse avec une grande spatule de fer, en ratissant le fond du vaisseau pour empêcher que le sel de l'urine n'y forme une incrustation trop épaisse, qui ne pourroit se détacher ensuite qu'avec beaucoup de peine ; par cette agitation non discontinuée, la matière se réduit en une poudre grenue, noire et luisante, ainsi que je l'ai dit.

Dix-huit à vingt livres (9 à 10 kiliogrammes) de cette matière sèche suffisent pour deux opérations faites dans des cornues bien choisies, de la capacité de trois à quatre pintes.

On en prend à-la-fois 4 ou 5 livres (2 kiliogrammes) ; on les met dans une marmite de fer sur un feu de charbon, assez vif pour en rougir le fond : on place en grand air le fourneau qui doit chauffer cette marmite, et l'on agite la poudre sans relâche, jusqu'à ce que le sel volatil et l'huile fétide soient dissipés presque entièrement, que la matière ne fume plus, et qu'elle ait pris l'odeur de fleurs de pêcher. On recommence cette calcination avec d'autre matière et l'on continue jusqu'à ce que les 20 livres (10 kiliogrammes) soient calcinées.

Il faut ensuite dessaler en partie la quantité qu'on destine à une opération. Pour une cornue de la grandeur ci-dessus prescrite, on en prend six à sept livres (3 kiliogrammes) ; on verse dessus sept à huit pintes ou litres d'eau chaude, on agite la poudre dans cette eau, et on l'y laisse tremper 24 heures : on verse l'eau salée par inclination, et l'on dessèche et réduit en poudre fine la matière lessivée. La calcination précédente avoit enlevé à la première matière environ le

tiers de son poids, la lessive emporte la moitié des deux autres tiers : ce dernier tiers est suffisant pour une opération; et pourvu qu'il y en ait 3 livres (1 ½ kiliogramme) ou un peu plus, on aura 9 gros (34 ½ grammes) de phosphore tout moulé.

Avec ces 3 livres (15 hectogrammes) de matière calcinée, lessivée et desséchée, on mêle une livre et demie (7 ½ hectogrammes) de gros sable ou de grès jaunâtre égrugé, dont on a séparé le plus fin par un tamis, pour ne pas l'employer. Le sable de rivière ne seroit pas un intermède convenable, parce qu'il pétille au grand feu. On ajoute à ces quatre livres et demie (22 hectogrammes) de mêlange 4 à 5 onces (150 grammes) de poudre de charbon de hêtre, ou autre bois qui ne soit pas de chêne, parce qu'il pétille aussi; on humecte le tout avec une demi-livre (245 grammes) d'eau en maniant bien le mêlange et le roulant entre les mains; puis on le fait entrer dans la cornue avec des précautions, pour n'en pas salir le col.

Avant que de placer la cornue dans le fourneau, il est bon de faire un essai du mêlange précédent, pour voir s'il y a espérance de réussir : on en met environ une once (30 grammes) dans un petit creuset; on le chauffe jusqu'à le rougir. Le mêlange, après avoir fumé, doit se refendre, sans se gonfler, sans même s'élever. Il en sort des ondulations de flammes blanches et bleuâtres qui s'élèvent avec rapidité. C'est là le premier *Phosphore;* c'est celui qui fera tout le danger de l'opération. Quand ces premières flammes sont passées, il faut augmenter l'ardeur de la matière, en mettant sur le creuset un gros charbon allumé. On voit alors le second *Phosphore :* c'est une vapeur lumineuse, tranquille, couvrant toute la superficie de la matière, et de couleur tirant sur le violet : elle dure fort long-temps, et répand une odeur d'ail, qui est l'odeur distinctive du *Phosphore* de *Kunckel.* Les autres *Phosphores en poudre* ont une odeur de soufre, ou d'*Hepar sulphuris.*

Lorsque toute cette vapeur lumineuse est dissipée, il faut verser la matière embrasée du creuset sur une plaque de fer. S'il ne se trouve aucune goutte de sel en fusion, et qu'au contraire tout se réduise en poudre,

c'est une marque que la matière a été suffisamment lessivée, et qu'elle ne contient de sel fixe, ou, si l'on veut, de sel marin, que ce qu'il lui en faut. Si l'on trouve sur la plaque quelques gouttes de sel figé, c'est qu'il est trop resté de sel; et l'opération court risque de ne pas réussir, parce que la cornue sera rongée et percée par ce sel surabondant; en ce cas il faudra de nouveau lessiver le mélange, puis le dessécher suffisamment.

J'ai dit ci-devant que la matière ne devoit pas se gonfler dans le creuset, et j'ajoute que, si elle se boursoufle, elle ne donnera pas de *Phosphore*. Nous avions évaporé pour notre première expérience près de deux muids d'urine, dans lesquels il y en avoit huit ou neuf seaux d'une urine putréfiée, prise chez les teinturiers; et nous avons su depuis, qu'ils y mettoient de l'alun. La matière restée sèche de cette évaporation, se gonfla dans le creuset d'épreuve, de la hauteur de près de deux pouces (54 millimètres); elle ne donna point de vapeurs lumineuses; et, à la place de l'odeur d'ail, on reconnut une odeur confuse d'esprit de sel : depuis que nous avons su quel étoit l'obstacle qui avoit pu nous empêcher de réussir, j'ai humecté, avec de l'eau chargée d'alun, de la matière préparée, qui, avant cette addition, ne se gonfloit pas, et rendoit des vapeurs lumineuses; l'eau d'alun l'a rendue inutile, comme celle dont j'ai parlé ci-dessus : elle s'est gonflée, s'est calcinée, et presque tout l'acide du sel s'en est évaporé, chassé sans doute par l'acide de l'alun, ainsi que cela arrive quand on distille l'esprit de sel (l'acide muriatique), du sel commun mêlé avec ce sel vitriolique (l'alun).

Le choix des cornues est encore essentiel au succès de l'opération. Les cornues de grès qu'on vend à Paris ne peuvent résister au grand feu de notre fourneau; toutes celles que nous avons employées, se sont fêlées malgré le lut qui les défendoit. Nous en avons fait faire par nos fournalistes de Paris, qui n'ont pas mieux réussi; il a fallu en faire venir de Hesse-Cassel, où l'on fait la plus grande partie des creusets qui nous viennent d'Allemagne. Celles-ci ont résisté à la distillation de l'huile glaciale de vitriol (l'acide sulfurique) qui a duré

quatre jours et quatre nuits, et à l'opération du *Phosphore*. Jusqu'à présent nous n'en connoissons point d'autre avec lesquelles on puisse espérer de réussir.

Quant au fourneau, il doit être tel que, dans un espace assez petit, il puisse donner autant et plus de chaleur qu'un four de verrerie, surtout pendant les sept ou huit dernières heures de l'opération. Ce fourneau doit avoir en tout 2 pieds 10 pouces (920 millimètres) de haut; savoir, 2 pieds (650 millimètres) pour le sol ou plancher du cendrier, 10 pouces (270 millimètres) pour sa hauteur; sur les quatre murs de ce cendrier, larges chacun de 8 à 9 pouces (20 à 25 centimètres), on placera horizontalement six barres de fer de six lignes (13 $\frac{1}{3}$ millimètres) d'épaisseur, entre chacune desquelles on laissera le passage libre du doigt; ensuite on formera quarrément le bas des murs du foyer, dont chaque côté s'écartera un peu en glacis jusqu'à la hauteur de 4 pouces (108 millimètres), ce qui lui donnera 9 pouces (24 centimètres) de large; à cette hauteur de 4 pouces (108 millimètres) on formera, à la face antérieure du fourneau et au-dessus de la porte du cendrier, une gorge ou plinte de deux pouces et demi (67 millimètres) de saillie, pour faire couler et ranger de côté une brique réduite à quatre pouces (108 millimètres) de longueur, qui fermera la porte de ce foyer. De là il résulte que le charbon jeté par cette porte, tombera dans un bassin quarré de quatre pouces (108 millimètres) de profondeur. Au-dessus de ce bassin quarré il faut commencer à arrondir le fourneau, toujours en élargissant un peu le mur qui doit être vis-à-vis le fond de la cornue, afin qu'il puisse l'embrasser par une ligne circulaire à-peu-près concentrique à la cornue, et former, en s'élevant, une espèce de voussure qui ne laisse de tous côtés que deux pouces (54 millimètres) de distance entre la cornue et les parois du fourneau, d'où l'on conçoit qu'il faut avoir les cornues, avant que de construire le fourneau. Cette voussure se rétrecira un peu au-dessus de la cornue, pour forcer la flamme à la mieux envelopper de tous côtés. Enfin ce foyer doit avoir, depuis la grille jusqu'à la plate-forme évidée qui le termine, environ 18 pouces 6 lignes (5 décimètres) de haut,

c'est-à-dire, 8 à 9 pouces (20 à 25 centimètres) depuis la grille jusqu'aux deux barres de fer qui doivent soutenir la cornue, et le reste pour la capacité de cette cornue. Ces deux barres de fer doivent avoir au moins 12 à 14 lignes (30 millimètres) en quarré; plus foibles, elles pourroient se plier par le poids de la cornue pendant la grande ardeur du feu. Il est bon aussi qu'elles entrent à l'aise dans les trous quarrés qui les reçoivent, afin qu'on puisse leur en substituer d'autres lorsqu'elles sont trop calcinées, sans être obligé de démonter le fourneau. Lorsque ce fourneau sera construi, on l'enduira en dedans et en dehors d'un lut composé de terre à four détrempée et bien mêlée avec du creuset d'Allemagne pilé et un peu de bourre.

Ce fourneau étant bien sec, on y place la cornue de telle sorte, qu'il y ait deux pouces (54 millimètres) de jeu tout autour, même autour du rétrecissement où commence le col de ce vaisseau; car il faut que la flamme frappe cette partie de la cornue : ensuite on garnit de morceaux de brique et de lut l'échancrure du fourneau réservée pour placer ce col, qui ne doit demeurer incliné que sous un angle de 60 degrés.

On place en travers de l'ouverture qu'on a laissée à la plate-forme du fourneau, pour y faire entrer la cornue, une barre de fer de l'épaisseur de douze à quatorze lignes (30 millimètres). Entre le dessous de cette barre et le dessus de la cornue, il ne doit y avoir qu'un pouce et demi (40 $\frac{1}{2}$ millimètres) d'espace. On appuie sur cette barre, par une de leurs extrémités, trois briques d'un côté et trois briques de l'autre; ces briques doivent être élevées d'un doigt par leur autre extrémité au-dessus de la plate-forme, afin qu'elles puissent former un toit presque plat, qui ne soit que de deux pouces et demi (67 $\frac{1}{2}$ millimètres) au-dessus de la voûte ou hémisphère supérieur de la cornue. On ferme, avec des masses de lut saupoudrées de sable, tous les vides qui se trouvent entre le dessous des briques du toit et la plate-forme du fourneau. Le sable dont on saupoudre le lut, empêche qu'il n'adhère trop au fourneau et aux briques, parce qu'il faudra le retirer pour donner passage à la flamme, quand il sera temps de

pousser le feu à l'extrême. On élève aussi sur le bord du fourneau du côté du balon, un petit mur de 7 à 8 pouces (19 ou 20 centimètres) de haut, pour empêcher que la flamme qui sort rapidement de dessous les briques du toit ou réverbère, ne se rabatte sur ce vaisseau de verre; de plus, ce petit mur empêche que le balon ne soit trop éclairé; et il est nécessaire de le tenir dans un lieu obscur, afin qu'on puisse mieux voir les vapeurs lumineuses qui doivent circuler dedans.

La cornue étant placée, on y adapte un grand balon rempli d'eau au tiers; on en ferme exactement les jointures avec un lut gras fait de terre à pipe crûe, et d'huile grasse des peintres; on le recouvre d'un lut ordinaire humecté avec une solution de colle-forte. On bouche, comme on l'a dit, toutes les ouvertures supérieures du fourneau, et on laisse sécher les luts pendant trois ou quatre jours. Si, pendant l'opération, le bourlet de lut qui recouvre l'union des deux vaisseaux, venoit à se refendre, il faut avoir tout prêt du lut détrempé avec de l'eau de colle, et en mettre sur ses gerçures avec une grosse brosse de peintre, parce qu'il ne faut pas que cet endroit de la jointure des deux vaisseaux ait la plus petite ouverture : on en va voir la raison.

Si l'air qui se raréfie à l'extrême pendant l'opération, ne trouvoit pas de temps en temps une issue, les vaisseaux se briseroient en mille morceaux. Si pour lui conserver cette issue, on mettoit entre les jointures du balon et du col de la cornue un petit bout d'un tube de thermomètre, comme le font plusieurs chymistes dans d'autres opérations, le *Phosphore*, surtout le premier qui est volatil, chercheroit à s'échapper par ce tube; et comme cet endroit est extrêmement chaud, il s'y allumeroit, s'y brûleroit en pure perte; de plus il mettroit le feu au second *Phosphore*, ce qui feroit encore briser les vaisseaux, avec beaucoup de risque pour les assistans.

Cependant cette issue pour l'air est absolument nécessaire, sans elle on ne peut réussir : c'est, pour ainsi dire, tout le secret de l'opération, dont aucun chymiste

n'a parlé en décrivant le *Phosphore*; mais il faut la placer de telle sorte, que le *Phosphore* soit obligé de circuler un peu sur l'eau du balon, avant que de la rencontrer. Pour cela on fait à ce vaisseau un petit trou d'une ligne (2 $\frac{1}{4}$ millimètres) de diamètre dans la partie la plus enflée, et l'on place ce balon de telle manière que le petit trou se trouve à 4 ou 5 pouces (environ 12 centimètres) seulement au-dessus de l'eau.

Pour faire ce petit trou sans risquer de casser le balon, j'ai soudé au bout d'un fil-de-fer de la grosseur d'une plume à écrire, un morceau de cuivre rouge de trois à quatre lignes (environ 1 centimètre) de diamètre et long de six lignes (13 $\frac{1}{2}$ millimètres); j'ai diminué, à l'extrémité de ce morceau de cuivre, une longueur de trois lignes (6 $\frac{3}{4}$ millimètres); j'ai achevé de l'arrondir sur le tour jusqu'à le réduire à un cylindre de trois quarts de ligne (de 1 $\frac{3}{4}$ millimètre) de diamètre. J'avois fait, à son extrémité, un petit trou dirigé suivant son axe et profond d'une ligne et demie (3 $\frac{1}{3}$ millimètres). Cette espèce de foret creux avoit huit pouces (22 centimètres) de long. J'ai arrêté, à son autre extrémité, un cuivrot, comme en ont tous les forets des horlogers. Cet outil étant préparé, j'ai collé sur la partie du balon que je voulois percer, un petit morceau de cuir de veau, au milieu duquel il y avoit un trou de la grosseur de mon foret : j'ai empli ce petit trou d'émeril en poudre, humecté d'huile; j'y ai placé le foret que j'ai fait tourner rapidement avec un petit archet léger de baleine, garni d'une corde de luth. On voit assez que je creuse l'extrémité du foret pour y retenir l'émeril, et afin que cet outil fasse l'effet d'une emporte-pièce; pour peu qu'il fût conique, il agiroit comme le coin, et casseroit le vaisseau. Je mets un cuir percé d'un trou, parce qu'il empêche le foret de glisser, et retient l'émeril dont j'ai besoin pour user le verre.

On bouche ce trou du balon avec un petit brin de bouleau qui puisse y entrer fort à l'aise, et où il y ait un nœud pour l'empêcher de tomber dedans. On le retire de temps en temps pour présenter la main à ce

petit trou, et voir si l'air, raréfié par la chaleur de la cornue, sort trop rapidement ou pas assez.

Si le dard d'air de cet éolipyle est trop fort, et sort avec sifflement, on ferme entièrement la porte du cendrier pour ralentir le feu; s'il ne frappe pas assez vivement la main, on ouvre davantage cette porte et l'on met de grands charbons dans le foyer pour ranimer le feu par une flamme subite.

En un mot, le feu étant bien conduit, l'opération réussit sans risque, et ce n'est que par le moyen du petit trou qu'on peut espérer de le bien conduire.

L'opération du *Phosphore* dure ordinairement 24 heures; et voici les signes qui annoncent qu'elle réussira, si la cornue peut résister au feu : nous l'avons toujours commencée à deux heures du matin en mettant du charbon noir dans le cendrier, et un peu de charbon allumé à la porte, afin d'échauffer la cornue très-lentement; quand il est allumé, on le pousse dans le cendrier, et l'on en ferme la porte avec une tuile. Cette chaleur modérée achève de sécher le fourneau et les luts, et fait distiller le phlegme du mélange.

A six heures, nous mettons du charbon sur la grille du foyer, le feu de dessous l'allume peu-à-peu : à ce second feu approché de la cornue, le balon s'échauffe et se remplit de vapeurs blanches qui ont une odeur d'huile fétide.

Vers les dix heures, ce vaisseau se réfroidit, et s'éclaircit : alors il faut ouvrir d'un pouce (27 millimètres) la porte du cendrier, mettre du charbon dans le foyer de trois minutes en trois minutes, et en fermer à chaque fois la porte pour que l'air froid de dehors ne frappe pas le fond de la cornue, ce qui la feroit fêler.

A midi ou environ, le balon commence à se tapisser d'un sel volatil, qui ne peut être chassé que par un très-grand feu; il paroîtroit différent du sel volatil ordinaire de l'urine, puisqu'il ne vient qu'après la distillation de l'huile fétide; cependant en faisant l'examen des sels de l'urine, dont il sera parlé à la fin de ce Mémoire, je l'ai sublimé à fort petit feu. Il faut prendre garde que ce sel concret ne bouche le petit trou du balon, parce que ce vaisseau se brise-

roit, la cornue étant rouge alors, et l'air par conséquent très-raréfié. Ce sel a une odeur assez forte d'amandes de noyaux de pêche. L'eau du balon qui s'échauffe par le voisinage du fourneau, fournit des vapeurs qui dissolvent ce sel ramifié, et le balon s'éclaircit une demi-heure après que sa distillation a cessé.

Vers les trois heures après midi, le balon se remplit de nouvelles vapeurs, qui ont l'odeur d'un sel ammoniac qu'on brûleroit actuellement sur le charbon; elles se condensent aux parois de ce vaisseau en un sel qui n'est plus ramifié, mais formé en longues stries perpendiculaires, que les vapeurs de l'eau du balon ne dissolvent point. Ces vapeurs blanches sont les avant-coureurs du *Phosphore*: et vers la fin de leur distillation, elles perdent leur première odeur de sel ammoniac et prennent l'odeur d'ail.

Comme elles sortent avec beaucoup de rapidité, il faut déboucher souvent le petit trou pour voir s'il ne siffle point trop fort; car, en ce cas, il faudroit refermer entièrement la porte du cendrier. Ces vapeurs blanches durent environ deux heures. Quand on reconnoît qu'elles ont cessé, on dérange un peu les masses de lut qui servoient à boucher les regîtres du haut du fourneau, pour donner quelque issue à la flamme. On entretient le feu dans cet état moyen jusqu'à ce que le premier *Phosphore* volatil commence à venir.

C'est vers les six heures du soir ou un peu plus, qu'il paroît: pour le savoir, on retire de minute en minute le petit brin de bouleau, et on le frotte contre un endroit échauffé du fourneau, où il laissera un trait de lumière, s'il est enduit de *Phosphore*.

Peu de temps après qu'on a reconnu ce signe, on voit sortir par le petit trou du balon un dard de lumière bleuâtre, qui dure, plus ou moins alongé, jusqu'à la fin de l'opération. Ce dard ou jet de lumière ne brûle point; qu'on y tienne le doigt 20 ou 30 secondes, il se charge de cette lumière; et si l'on en frotte la main, il l'en enduit et la rend lumineuse.

Mais de temps en temps ce jet s'alonge jusqu'à sept ou huit pouces (19 ou 20 centimètres) avec décrépi-

tation et étincelles; alors il brûle les corps combustibles qu'on lui présente. Quand cela arrive, il faut conduire le feu avec beaucoup d'attention, fermer entièrement la porte du cendrier, sans discontinuer cependant de mettre du charbon dans le foyer de deux minutes en deux minutes.

Ce *Phosphore* volatil dure deux heures, au bout desquelles le petit jet de lumière se raccourcit à une ligne ou deux (3 ou 4 millimètres); c'est alors qu'il faut pousser le feu à l'extrême, ouvrir la porte du cendrier, y mettre du bois, déboucher tous les regîtres du réverbère, mettre de grands charbons dans le foyer de minute en minute : en un mot, il faut que pendant six à sept heures tout le dedans du fourneau soit blanc, et qu'on ne puisse y distinguer la cornue.

Pendant ce feu extrême, le véritable *Phosphore* distille comme une huile ou comme une cire fondue; une partie est soutenue par l'eau du récipient, l'autre s'y précipite. Enfin l'on s'aperçoit que l'opération est finie, quand la partie supérieure du balon, où le *Phosphore* volatil s'est condensé en une pellicule noirâtre, commence à rougir; c'est une marque qu'à l'endroit de cette tache rouge le *Phosphore* est brûlé. Il faut alors boucher tous les regîtres, et fermer toutes les portes du fourneau pour étouffer le feu, puis boucher le petit trou du balon avec du lut gras ou de la cire. On laisse le tout en cet état pendant deux jours, parce qu'il ne faut pas démonter les vaisseaux qu'ils ne soient parfaitement refroidis, de crainte que le *Phosphore* ne s'allume.

Aussitôt que le feu est éteint, le balon qui se trouve alors dans l'obscurité, offre un spectacle assez agréable; toute la partie vide de ce vaisseau, qui est au-dessus de l'eau, paroît remplie d'une belle lumière bleue qui dure pendant sept ou huit heures, ou tant que ce vaisseau est chaud, et qui ne disparoît entièrement que quand il est refroidi.

Le fourneau étant parfaitement froid, on démonte les vaisseaux, en humectant le bourlet de lut qui entoure leurs cols avec un linge mouillé; on les sépare l'un de l'autre le plus proprement qu'il est possible;

on enlève avec un linge toute la matière noire qu'on trouve à l'entrée du col du balon ; car si cette saleté se mêloit avec le *Phosphore*, elle empêcheroit qu'il ne devint bien transparent dans le moule. Il faut que cela se fasse vîte : après quoi, on verse deux ou trois pintes ou litres d'eau froide dans le balon pour accélérer la précipitation du *Phosphore* qui est soutenu sur l'eau. On agite ensuite l'eau du balon pour détacher tout le *Phosphore* qui seroit adhérent aux parois, puis on verse toute cette eau agitée et trouble dans une terrine bien nette où on la laisse s'éclaircir. On décante ensuite cette première eau inutile, et l'on verse de l'eau bouillante sur le sédiment noirâtre, resté au fond de la terrine, pour fondre le *Phosphore*. Il s'unit alors avec la matière fuligineuse ou *Phosphore* volatil qui s'est précipité avec lui, et il se met en une masse couleur d'ardoise. Quand cette eau, dans laquelle le *Phosphore* s'est fondu, est suffisamment refroidie, on le jette dans l'eau froide, on l'y casse en petits morceaux pour le mouler.

Je suppose qu'auparavant on a choisi un matras dont le long col soit un peu plus gros ou plus large vers la boule, qu'à son autre extrémité ; qu'on a coupé la moitié de cette boule ou globe pour en former un entonnoir, et qu'on bouche d'un bouchon de liège le bout étroit de ce col. Ce premier moule étant ainsi préparé, on le plonge de toute sa longueur dans un vaisseau plein d'eau bouillante, et on l'emplit de cette eau. On jette dans cet entonnoir les petits morceaux de la masse ardoisée, qui se fondent de nouveau dans cette eau chaude, et se précipitent tout fondus au bas du col ou tube. On agite cette matière fondue avec un fil-de-fer, pour aider le *Phosphore* à se séparer de la matière fuligineuse qui le salissoit, et qui, étant moins pesante que lui, prend peu-à-peu le dessus du cylindre. On entretient l'eau du vaisseau dans sa première chaleur, jusqu'à ce qu'en retirant le tube, on voie le *Phosphore* net et transparent; alors on laisse un peu refroidir le tube à l'air, et on le trempe ensuite dans de l'eau froide, où le *Phosphore* se congèle en se refroidissant. Lorsqu'il est bien congelé, on ôte le bouchon de liège, et avec un petit bâton à-peu-près de la grosseur de l'intérieur

du tube, on pousse le cylindre de *Phosphore* vers l'entonnoir, qui est le côté de la dépouille. On coupe la partie noire du cylindre pour la mettre à part; car lorsqu'on en a une certaine quantité, on la peut refondre par la même méthode, et en séparer le *Phosphore* net qu'elle contient encore. A l'égard du reste du cylindre qui est net et transparent, si l'on a dessein de le mouler en plus petits cylindres de la grosseur de celui d'Angleterre, on le coupe par tronçons pour le faire refondre à l'aide de l'eau bouillante dans des tubes de verre plus petits.

Voilà de quelle manière j'ai procédé dans l'opération que je viens de décrire, qui a réussi pour la première fois, le 22 août dernier. Cette opération faite avec trois livres et demie (17 hectogrammes) de matière calcinée et lessivée, m'a fourni six bâtons de *Phosphore* de près de 4 pouces (108 millimètres) de long chacun, pesant ensemble 9 gros et quelques grains (35 grammes), et au moins aussi beau que celui d'Angleterre. J'ai l'obligation du succès aux conseils et aux secours que m'ont donnés *Dufay*, *Geoffroy* et *Duhamel;* c'est en leur nom comme au mien, que j'ai rédigé ce Mémoire, et nous croyons tous ensemble pouvoir assurer que c'est le premier *Phosphore* de cette espèce qui ait été fait en France.

Comme il peut arriver des accidens pendant le cours de l'opération, il y a quelques précautions à prendre; par exemple, si le balon venoit à se rompre pendant que le *Phosphore* distille, ce qui en tomberoit sur des corps combustibles, y mettroit le feu avec risque d'incendie, parce que ce feu est difficile à éteindre : ainsi il faut que le fourneau soit construit dans quelque endroit voûté, ou sous la hotte élevée de quelque cheminée qui pompe bien l'air : il ne faut pas non plus laisser auprès aucun meuble ou ustensile de bois. S'il tomboit du *Phosphore* allumé sur les jambes ou sur les mains, en moins de trois minutes il pénétreroit jusqu'à l'os. Il n'y a que l'urine qui puisse arrêter le progrès de cette brûlure. *Grosse* m'avoit enseigné ce remède : j'ai été obligé de m'en servir, et j'ai trouvé qu'il arrêtoit sur-le-champ la douleur, et beaucoup mieux que l'eau ni l'esprit-de-vin, qui ne

tout pas la même chose : ainsi il est bon d'avoir près de soi un seau plein d'urine. Si, pendant que le *Phosphore* distille, la cornue se fêle, l'opération est manquée ; il est aisé de s'en appercevoir, parce qu'on sent auprès du fourneau l'odeur d'ail, et de plus la flamme qui sort de dessous les briques du réverbère est d'un beau violet, parce que l'acide muriatique teint toujours de cette couleur la flamme des matières qui se brûlent avec lui. Mais si la cornue se casse avant que le *Phosphore* ait commencé à paroître, on peut sauver la matière, en jetant plusieurs briques froides dans le foyer et un peu d'eau par-dessus pour étouffer le feu subitement.

On obtient aujourd'hui le *Phosphore* d'une manière beaucoup plus commode, beaucoup moins longue et moins coûteuse : on l'extrait des *os* des animaux ; car les *os* sont une combinaison de l'acide phosphorique avec la chaux. Il faut donc 1°. retirer l'acide phosphorique des *os* : 2°. enlever l'oxigène à l'acide ; et le *Phosphore* demeure à nu.

Pour extraire des *os* l'acide phosphorique, on emploie aujourd'hui le procédé des chymistes de Dijon ; on calcine les *os* au blanc ; on les réduit en poudre ; on les passe au tamis ; on les mêle dans une terrine de grès avec partie égale d'acide sulfurique concentré, auquel on ajoute ensuite assez d'eau pour donner au tout la consistance d'une bouillie claire. On laisse ce mèlange en repos pendant quelques heures ; il s'épaissit : on le porte ensuite sur une double toile soutenue par un carrelet ; on le lave avec de l'eau à plusieurs reprises, jusqu'à ce que cette eau, qui passe claire à travers la toile, soit sans saveur. On fait évaporer l'eau des lavages ; elle dépose peu-à-peu une matière blanche qui est du sulfate de chaux, et que l'on en sépare par le filtre : ce sulfate est formé par l'acide sulfurique, qui a enlevé la chaux des *os*. On a soin de laver ce sulfate pour lui enlever tout l'acide phosphorique qui y est demeuré. On continue ensuite à évaporer l'eau des lavages jusqu'à consistance de miel : elle acquiert alors une couleur brune et un aspect gras. On met cette matière dans un creuset, et on la chauffe par degrés jusqu'à ce qu'elle cesse d'exhaler une odeur sulfureuse et comme aromatique,

aromatique, et jusqu'à ce qu'elle ne bouillonne plus. Dans cet état elle a une consistance demi-vitreuse, une saveur acide; et elle attire l'humidité de l'air : c'est là l'acide phosphorique.

Pour extraire le *Phosphore* de cet acide, il faut lui enlever son oxigène. Pour cela on le met en poudre; on le mêle avec un tiers de son poids de charbon bien sec; on l'introduit dans une cornue de grès, à laquelle on adapte un ballon à moitié rempli d'eau, et percé d'un petit trou, comme on l'a dit ci-dessus, en décrivant l'ancien procédé. On donne le feu par degrés jusqu'à faire rougir la cornue à blanc : pendant ce temps-là le charbon enlève l'oxigène de l'acide, et le *Phosphore* coule en gouttes. L'opération dure 7 à 8 heures, et même jusqu'à 10 ou 12, suivant la quantité de matière que l'on distille, et la force du feu que peut donner le fourneau.

Propriétés du Phosphore. Le *Phosphore* d'urine est jaune, transparent; il se fond, se moule et se coupe comme de la cire. Si on le regarde au microscope, on voit toutes ses parties comme dans un mouvement violent d'ébullition; exposé à l'air, il brûle et se consume comme un charbon, donnant une fumée blanche, ayant une odeur d'ail ou d'arsenic. Cette fumée du *Phosphore* est une flamme subtile, de couleur bleu-violette, qui est visible dans les ténèbres. S'il est échauffé, vivement frotté, ou en contact avec un corps enflammé, il s'enflamme avec bruit et crépitation, et se consume dans le moment; il s'enflamme aussi si on l'expose au soleil, mêlé avec la poudre à canon. Dans tous ces états, il met le feu aux matières combustibles. On le conserve dans l'eau, à laquelle il communique à la longue la propriété phosphorique, son odeur et un peu d'acidité. Dans un temps chaud, ou si l'eau est échauffée, il darde des traits de lumière au travers de ce fluide : l'eau qui reste dans le récipient où a distillé le *Phosphore*, conserve aussi long-temps la propriété lumineuse, et jette de temps en temps des traits de lumière qui ressemblent à des éclairs. On trace avec ce *Phosphore*, comme avec un crayon, sur un carton, du papier ou un mur, des caractères ou figures

qui deviennent lumineux dans l'obscurité ; un vent froid ou humide éteint ces caractères, qui paroissent plus brillans dans un temps chaud et sec. Le *Phosphore* brille beaucoup plus dans le vide ; mais les vapeurs qu'il donne en se décomposant, font que, dans cet état, il s'éteint bientôt. L'admission subite de l'air, lorsqu'il brille le plus, est comme un vent froid, et l'éteint pour un moment.

Phosphore liquide. C'est une dissolution du *Phosphore* dans les huiles. Les huiles volatiles pesantes ne le dissolvent pas si aisément que les huiles légères, comme celle de térébenthine ; néanmoins on choisit les premières, parce que le *Phosphore* fait de cette manière, est plus lumineux, et ne se dissipe pas si promptement : le procédé suivant est assez estimé. « Broyez ensemble » et mêlez exactement trois gros (11464 milligrammes) » d'huile de girofle ou de canelle, demi-gros (1911 » milligrammes) de camphre et trois grains (159 milli- » grammes) de *Phosphore* ». On peut frotter de ce mélange les cheveux, la face, les vêtemens ou tout autre corps, ou en former des caractères pour être apperçus lumineux dans l'obscurité. Ce *Phosphore* est plus lumineux que le solide : on mêle l'un et l'autre avec des pommades ; il les rend lumineuses. On fait aussi un onguent mercuriel lumineux, en unissant une demi-dragme (1910 $\frac{3}{4}$ milligrammes) de mercure avec une dissolution de dix grains (530 $\frac{3}{4}$ milligrammes) de *Phosphore* dans deux dragmes (7643 milligrammes) d'huile d'aspic. Le *Phosphore* se crystallise dans l'huile où il a été dissous, comme le soufre ; les crystaux s'enflamment à l'air : ils perdent cette propriété, s'ils sont seulement trempés dans l'esprit-de-vin ; alors exposés à l'air pendant quinze jours, selon les expériences de *Grosse*, ils n'ont pas diminué de poids : ils s'enflamment néanmoins comme le *Phosphore*, s'ils sont frottés ou échauffés. Le *Phosphore* se dissout aussi, mais difficilement, dans l'éther, et mieux dans le nitrique que dans le sulfurique ; il leur communique une foible vertu phosphorique.

PHYSIQUE. Science des choses naturelles. De même que l'histoire naturelle, la *Physique* a pour objet tous

les corps de la nature. Mais cette première science nous apprend seulement quelles sont les productions de la nature et les différences sensibles qui les caractérisent, selon leurs genres et leurs espèces; tandis que l'objet de la *Physique* est de connoître les corps par leurs propriétés, par les effets qu'ils présentent à nos sens, et par les loix selon lesquelles s'exercent leurs actions réciproques. La *Physique* est donc l'art de connoître les effets, et d'en développer les causes. C'est pourquoi on la divise en deux parties : en *Physique expérimentale*, qui est la science des effets; et en *Physique systématique*, qui est la science des causes.

C'est toujours par la *Physique* expérimentale qu'il faut commencer. Quiconque fait des systèmes sans connoissance des effets, élève un édifice sans fondement, qui ne peut subsister.

PHYSIQUE EXPERIMENTALE. C'est la science des effets naturels développés par les expériences. Ainsi l'art de faire les expériences en forme le fond : et cet art n'est point aisé. Il demande, 1°. une connoissance exacte des instrumens dont on fait usage, et de la manière dont ils produisent leurs effets. 2°. Une main adroite, pour faire un bon usage de ces instrumens. 3°. Un génie attentif à suivre les opérations de la nature et à les bien observer. 4°. Enfin des connoissances déjà acquises pour bien démêler les causes étrangères, qui peuvent influer sur l'expérience et en changer le résultat.

Les anciens, auxquels nous nous croyons fort supérieurs dans les sciences, parce que nous trouvons plus court et plus agréable de nous préférer à eux, que de les lire, n'ont pas négligé la *Physique expérimentale*, comme nous nous l'imaginons ordinairement : ils comprirent de bonne heure que l'observation et l'expérience étoient le seul moyen de connoître la nature. Les ouvrages d'*Hyppocrate* seuls seroient suffisans pour montrer l'esprit qui conduisoit alors les Philosophes. Au lieu de ces systèmes, sinon meurtriers, du moins ridicules, qu'a enfantés la médecine moderne, pour les proscrire ensuite, on y trouve des faits bien vus et bien rapprochés; on y voit un système d'observations qui sert

encore aujourd'hui, et qui apparemment servira toujours de base à l'art de guérir. Or je crois pouvoir juger, par l'état de la médecine chez les anciens, de l'état où la *Physique* étoit parmi eux, et cela pour deux raisons : la première, parce que les ouvrages d'*Hyppocrate* sont les monumens les plus considérables qui nous restent de la *Physique* des anciens; la seconde, parce que la médecine étant la partie la plus essentielle et la plus intéressante de la *Physique*, on peut toujours juger avec certitude de la manière dont on cultive celle-ci, par la manière dont on traite celle-là. Telle est la *Physique*, telle est la médecine, et réciproquement telle est la médecine, telle est la *Physique*. C'est une vérité dont l'expérience nous assure; puisqu'à compter seulement depuis le renouvellement des lettres, quoique nous puissions remonter plus haut, nous avons toujours vu subir à l'une de ces sciences les changemens qui ont altéré ou dénaturé l'autre.

Nous savons d'ailleurs que dans le temps même d'*Hyppocrate*, plusieurs grands hommes, à la tête desquels on doit placer *Démocrite*, s'appliquèrent avec succès à l'observation de la nature. On prétend que le médecin envoyé par les habitans d'Abdère, pour guérir la prétendue folie du philosophe, le trouva occupé à disséquer et à observer des animaux; et l'on peut deviner qui fut jugé le plus fou par *Hyppocrate*, de celui qu'il alloit voir, ou de ceux qui l'avoient envoyé. *Démocrite* fou ! lui qui, pour le dire ici en passant, avoit trouvé la manière la plus philosophique de jouir de la nature et des hommes; savoir, d'étudier l'une et de rire des autres.

Quand je parle, au reste, de l'application que les anciens ont donnée à la *Physique expérimentale*, je ne sais s'il faut prendre ce mot dans toute son étendue. La *Physique expérimentale* roule sur deux points qu'il ne faut pas confondre, l'*Expérience* proprement dite, et l'*Observation*. Celle-ci moins recherchée et moins subtile, se borne aux faits qu'elle a sous les yeux, à bien voir et à détailler les phénomènes de toute espèce, que le spectacle de la nature présente : celle-là, au contraire, cherche à la pénétrer plus profondément, à lui

dérober ce qu'elle cache, et à créer, en quelque manière, par la différente combinaison des corps, de nouveaux phénomènes pour les étudier : enfin elle ne se borne pas à écouter la nature, mais elle l'interroge et la presse. On pourroit appeler la première la *Physique des faits*, ou plutôt la *Physique vulgaire et palpable;* et réserver pour l'autre le nom de *Physique occulte*, pourvu qu'on attache à ce mot une idée plus philosophique et plus vraie, que n'ont fait certains physiciens modernes, et qu'on le borne à désigner la connoissance des faits cachés, dont on s'assure en les voyant, et non le roman des faits supposés, qu'on devine bien ou mal, sans les chercher ni les voir.

Les anciens ne paroissent pas s'être fort appliqués à cette dernière *Physique*; ils se contentoient de lire dans la nature, mais ils y lisoient fort assidument, et avec de meilleurs yeux que nous ne nous l'imaginons : plusieurs faits qu'ils ont avancés, et qui ont été d'abord démentis par les modernes, se sont trouvés vrais quand on les a mieux approfondis. La méthode que suivoient les anciens, en cultivant l'observation plus que l'expérience, étoit très-philosophique, et la plus propre de toutes à faire faire à la *Physique* les plus grands progrès dont elle fût capable, dans ce premier âge de l'esprit humain. Avant que d'employer et d'user notre sagacité, pour chercher un fait dans des combinaisons subtiles, il faut être bien assuré que ce fait n'est pas près de nous et sous notre main; comme il faut en géométrie réserver ses efforts pour trouver ce qui n'a pas été résolu par d'autres. La nature est si variée et si riche, qu'une simple collection de faits bien complète, avanceroit prodigieusement nos connoissances; et s'il étoit possible de pousser cette collection au point que rien n'y manquât, ce seroit peut-être le seul travail auquel un physicien dût se borner; c'est au moins celui par lequel il faut qu'il commence : et voilà ce que les anciens ont fait. Ils ont traité la nature comme *Hyppocrate* a traité le corps humain; nouvelle preuve de l'analogie et de la ressemblance de leur *Physique* à leur médecine. Les plus sages d'entr'eux ont fait, pour ainsi dire, la table de ce qu'ils voyoient, l'ont bien faite, et s'en sont

tenus là. Ils n'ont connu de l'aimant que sa propriété qui saute le plus aux yeux, celle d'attirer le fer. Les merveilles de l'électricité qui les entouroient, et dont on trouve quelques traces dans leurs ouvrages, ne les ont point frappés; parce que, pour être frappé de ces merveilles, il eût fallu en voir le rapport à des faits plus cachés, que l'expérience a su découvrir dans ces derniers temps; car l'expérience, parmi plusieurs avantages, a entre autres celui d'étendre le champ de l'observation. Un phénomène que l'expérience nous découvre, ouvre nos yeux sur une infinité d'autres, qui ne demandoient, pour ainsi dire, qu'à être apperçus. L'observation, par la curiosité qu'elle inspire et par les vides qu'elle laisse, mène à l'expérience; l'expérience ramène à l'observation par la même curiosité qui cherche à remplir et à serrer de plus en plus ces vides; ainsi on peut regarder en quelque manière l'expérience et l'observation comme la suite et le complément l'une de l'autre.

Les anciens ne paroissent avoir cultivé l'expérience que par rapport aux arts, et nullement pour satisfaire comme nous, une curiosité purement philosophique. Ils ne décomposoient et ne combinoient les corps que pour en tirer des usages utiles ou agréables, sans chercher beaucoup à en connoître le jeu ni la structure. Ils ne s'arrêtoient pas même sur les détails dans la description qu'ils faisoient des corps; et s'ils avoient besoin d'être justifiés sur ce point, ils le seroient en quelque manière suffisamment par le peu d'utilité que les modernes ont trouvé à suivre une méthode contraire.

C'est peut-être dans l'histoire des animaux d'*Aristote*, qu'il faut chercher le vrai goût de *Physique* des anciens, plutôt que dans ses ouvrages de *Physique*, où il est moins riche en faits et plus abondant en paroles, plus raisonneur et moins instruit; car telle est tout-à-la-fois la sagesse et la manie de l'esprit humain, qu'il ne songe guère qu'à amasser et à ranger des matériaux, tant que la collection en est facile et abondante; mais qu'à l'instant où les matériaux lui manquent, il se met aussitôt à discourir; en sorte que, réduit même à un petit nombre de matériaux, il est toujours tenté d'en former

un corps, et de délayer en un système de science, ou en quelque chose du moins qui en ait la forme, un petit nombre de connoissances imparfaites et isolées.

Mais en reconnoissant que cet esprit peut avoir présidé jusqu'à un certain point aux ouvrages *Physiques* d'*Aristote*, ne mettons pas sur son compte l'abus que les modernes en ont fait durant les siècles d'ignorance, qui ont duré si long-temps, ni toutes les inepties que ses commentateurs ont voulu faire prendre pour les opinions de ce grand homme.

Je ne parle de ces temps ténébreux, que pour faire mention en passant de quelques génies supérieurs, qui abandonnant cette méthode vague et obscure de philosopher, laissoient les mots pour les choses, et cherchoient dans leur sagacité et dans l'étude de la nature des connoissances plus réelles. Le moine *Bacon*, trop connu et trop peu lu aujourd'hui, doit être mis au nombre de ces esprits du premier ordre; dans le sein de la plus profonde ignorance, il sut, par la force de son génie, s'élever au-dessus de son siècle, et le laisser bien loin derrière lui : aussi fut-il persécuté par ses confrères, et regardé par le peuple comme un sorcier à-peu-près comme *Gerbert* l'avoit été près de trois siècles auparavant, pour ses inventions mécaniques; avec cette différence, que *Gerbert* devint pape, et que *Bacon* resta moine et malheureux.

Au reste, le petit nombre de grands génies qui étudioient ainsi la nature en elle-même jusqu'à la renaissance proprement dite de la philosophie, n'étoient pas vraiment adonnés à ce qu'on appelle *Physique expérimentale*. Chymistes plutôt que physiciens, ils paroissoient plus appliqués à la décomposition des corps particuliers, et au détail des usages qu'ils en pouvoient faire, qu'à l'étude générale de la nature. Riches d'une infinité de connoissances utiles ou curieuses, mais détachées, ils ignoroient les loix du mouvement, celles de l'hydrostatique, la pesanteur de l'air dont ils voyoient les effets, et plusieurs autres vérités qui sont aujourd'hui la base et comme les élémens de la *Physique* moderne.

Le chancelier *Bacon*, Anglois comme le moine, em-

brassa le premier un plus vaste champ; il entrevit les principes généraux qui doivent servir de fondement à l'étude de la nature, il proposa de les reconnoître par la voie de l'expérience, il annonça un grand nombre de découvertes qui se sont faites depuis. *Descartes* qui le suivit de près, et qu'on accusa (peut-être assez mal à-propos) d'avoir puisé des lumières dans les ouvrages de *Bacon*, ouvrit quelques routes dans la *Physique expérimentale*, mais la recommanda plus qu'il ne la pratiqua; et c'est peut-être ce qui l'a conduit à plusieurs erreurs. Il eut, par exemple, le courage de donner le premier des loix du mouvement; courage qui mérite la reconnoissance des philosophes, puisqu'il a mis ceux qui l'ont suivi, sur la route des loix véritables; mais l'expérience, ou plutôt comme nous le dirons plus bas, des réflexions sur les observations les plus communes, lui auroient appris que les loix qu'il avoit données étoient insoutenables. *Descartes* et *Bacon* lui-même, malgré toutes les obligations que leur a la philosophie, lui auroient peut-être été encore plus utiles, s'ils eussent été plus physiciens de pratique et moins de théorie; mais le plaisir oisif de la méditation et de la conjecture même entraîne les grands esprits. Ils commencent beaucoup et finissent peu : ils proposent des vues, ils prescrivent ce qu'il faut faire pour en constater la justesse et l'avantage, et laissent le travail mécanique à d'autres, qui, éclairés par une lumière étrangère, ne vont pas aussi loin que leurs maitres auroient été seuls : ainsi les uns pensent ou rêvent, les autres agissent ou manœuvrent; et l'enfance des sciences est longue, ou, pour mieux dire, éternelle.

Cependant l'esprit de la *Physique expérimentale* que *Bacon* et *Descartes* avoient introduit, s'étendit insensiblement. L'académie del Cimento à Florence, *Boyle* et *Mariotte*, et après eux plusieurs autres, firent avec succès un grand nombre d'expériences : les académies se formèrent et saisirent avec empressement cette manière de philosopher : les universités plus lentes, parce qu'elles étoient déjà toutes formées lors de la naissance de la *Physique expérimentale*, suivirent long-temps encore leur méthode ancienne. Peu-à-peu la *Physique* de

Descartes succéda dans les écoles à celle d'*Aristote*, ou plutôt de ses commentateurs. Si on ne touchoit pas encore à la vérité, on étoit du moins sur la voie : on fit quelques expériences; on tenta de les expliquer : on auroit mieux fait de se contenter de les bien faire, et d'en saisir l'analogie mutuelle : mais enfin il ne faut pas espérer que l'esprit se délivre si promptement de tous ses préjugés. *Newton* parut, et montra le premier ce que ses prédécesseurs n'avoient fait qu'entrevoir, l'art d'introduire la géométrie dans la *Physique*, et de former, en réunissant l'expérience au calcul, une science exacte, profonde, lumineuse et nouvelle : aussi grand du moins par ses expériences d'optique que par son système du monde, il ouvrit de tous côtés une carrière immense et sûre; l'Angleterre saisit ses vues; la société royale les regarda comme siennes dès le moment de leur naissance : les académies de France s'y prêtèrent plus lentement et avec plus de peine, par la même raison que les universités avoient eue pour rejeter, durant plusieurs années, la *Physique* de *Descartes*. La lumière a enfin prévalu; la génération ennemie de ces grands hommes s'est éteinte dans les académies et dans les universités, auxquelles les académies semblent aujourd'hui donner le ton : une génération nouvelle s'est élevée; car, quand les fondemens d'une révolution sont une fois jetés, c'est presque toujours dans la génération suivante que la révolution s'achève; rarement endeçà, parce que les obstacles périssent plutôt que de céder; rarement au-delà, parce que, les barrières une fois franchies, l'esprit humain va souvent plus vîte qu'il ne veut lui-même, jusqu'à ce qu'il rencontre un nouvel obstacle qui l'oblige de se reposer pour longtemps.

Un des écueils de la *Physique* est la manie de tout expliquer. Pour montrer combien on doit se défier des explications mêmes les plus plausibles, je supposerai un exemple. Supposons que la neige tombe en été et la grêle en hiver (on sait que c'est tout le contraire), et imaginons qu'on entreprenne d'en rendre raison; on dira : la neige tombe en été, parce que les particules de vapeurs dont elle est formée, n'ont pas le temps

de se congeler entièrement avant d'arriver à terre, la chaleur de l'air que nous respirons empêchant cette congélation; au contraire en hiver, l'air qui est proche de la terre étant très-froid, congèle et durcit ces parties; c'est ce qui forme la grêle. Voilà une explication dont tout le monde seroit satisfait, et qui passeroit pour démonstrative. Cependant le fait est faux. Osons après cela expliquer les phénomènes de la nature.

Mais, si la retenue et la circonspection doivent être un des principaux caractères du physicien, la patience et le courage doivent, d'un autre côté, le soutenir dans son travail. En quelque matière que ce soit, on ne doit pas trop se hâter d'élever entre la nature et l'esprit humain un mur de séparation; en nous méfiant de notre industrie, gardons-nous de nous en méfier avec excès. Dans l'impuissance que nous sentons tous les jours de surmonter tant d'obstacles qui se présentent à nous, nous serions sans doute trop heureux, si nous pouvions du moins juger au premier coup-d'œil jusqu'où nos efforts peuvent atteindre; mais telle est tout-à-la-fois la force et la foiblesse de notre esprit, qu'il est souvent aussi dangereux de prononcer sur ce qu'il ne peut pas, que sur ce qu'il peut. Combien de découvertes modernes dont les anciens n'avoient pas même l'idée! Combien de découvertes perdues que nous contesterions trop légèrement! Et combien d'autres que nous jugerions impossibles.

PHYSIQUE SYSTEMATIQUE. C'est l'art de former des systèmes fondés sur la connoissance des effets prouvés par l'expérience, par le moyen desquels systèmes on puisse rendre raison de ces effets. Si ces systèmes s'accordent avec toutes les circonstances des effets dont on recherche la cause, on est bien fondé à croire cette cause découverte; mais s'ils ne s'accordent qu'avec quelques-unes des circonstances, et point avec les autres, on doit les regarder comme des systèmes qui portent à faux, et les corriger, ou en imaginer d'autres. Un système, quoique faux, a souvent produit de grands biens: il a fait soupçonner, et même quelquefois conduit aux plus belles découvertes; mais, d'un autre côté, un trop grand attachement à un système

qu'on a enfanté, a souvent produit de grands maux à la science, en en retardant les progrès. Nous devons donc renfermer dans de justes bornes l'esprit de système ; sans quoi nous serons menés très-loin dans une route propre à nous égarer. Il ne convient pas à tout le monde de former des systèmes : pour y être propre, il faut être muni de grandes connoissances, et en sentir toute la portée.

PIED. Certaine mesure, qui varie selon les lieux, et dont on se sert pour mesurer différentes dimensions. On appelle aussi *Pied*, un instrument en forme de règle, qui a la longueur de cette mesure, et sur laquelle ses parties sont gravées.

On considère les *Pieds* comme antiques ou comme modernes, et c'est cette division que nous allons suivre, en rapportant les *Pieds* usités, selon qu'ils ont été déterminés par *Willebrord*, *Snellius*, *Scamozzi*, *Riccioli*, dans sa *Geographia reformata*, *Lib. II*, *cap. 7* ; *Mallet*, dans sa *Géométrie pratique*, *Lib. I* ; *Eisenschmids*, dans sa *Disquisitio nova de ponderibus et mensuris veter. Romanor. Grec. Hebraicor. Sect. III*, *cap. 1* ; *Petit*, *Picard* et *d'Aviler*, dans son *Dictionnaire d'Architecture*. Les uns et les autres de ces *Pieds*, sont réduits au *Pied de Roi*, dont voici l'explication.

PIED DE ROI. Mesure dont on se sert dans un état par ordre du prince. Elle contient à Paris 12 pouces ; chaque pouce contient 12 lignes, et chaque ligne 12 points : de sorte que le *Pied de Roi* contient 1728 parties, appelées *Points*.

Les tables suivantes feront connoître quel est le rapport des *Pieds*, tant antiques que modernes, par rapport au *Pied de Roi*.

Table des pieds antiques.

Pieds.	Pouc.	Lignes.	Points.
D'Alexandrie	13	2	2
D'Antioche	14	11	2
Arabique	12	4	
Babylonien	12	1	6
Selon *Capellus*	14	8	6

Pieds.	Pouc.	Lign.	Points.
Selon *Petit*	12	10	6
Grec	11	5	6
Selon *Perrault*.	11	3	
Hébreux.	13	3	
Romain, selon *Vilalpaude* et *Riccioli*.	11	1	8
Selon *Lucas Pœtus*, (au rapport de *Perrault*) et selon *Picard*.	10	10	6

Cette dernière mesure est celle qu'on voit au Capitole, et qui est apparemment la mesure la plus certaine du *Pied Romain*. Cependant *Petit*, qui prend le milieu de toutes les différentes mesures, veut que ce *Pied* soit de 11 pouces.

Table des pieds modernes.

Pieds.	Pouc.	Lignes.	Points.
D'Aix en Provence, (appelé *Palme*)	9	9	0
D'Amsterdam	10	5	3
D'Angleterre	11	3	
Selon *Picard*	11	2	6
Suivant une mesure originale.	11	4	6
D'Anvers	10	6	
D'Avignon, (appelé *Palme*) . .	9	9	
D'Ausbourg, en Allemagne . . .	10	11	3
De Bavière en Allemagne	10	8	
De Bergame, en Italie, (appelé *Brasse*), selon *Scamozzi*. . . .	19	6	
Selon *Petit*	16	0	8
De Besançon en Franche-Comté.	11	5	2
De Bologne, en Italie, (appelé *Brasse*), selon *Scamozzi*. . . .	14		
Selon *Picard*	14	1	
De Bresse, en Italie, (appelé *Brasse*) selon *Scamozzi*	17	7	6
Selon *Petit*	17	5	4
De Bruxelles	10	9	

Pieds.	Pouc.	Lign.	Pointe.
Du Caire, en Egypte, (appelé *Derab*)	20	6	
Castillan, selon *Riccioli*	11	2	2
Selon *Petit*	10	3	7
De Cologne	10	2	
De Constantinople, (appelé *Pic.*)	24	5	
De Copenhague, en Danemarck.	10	9	6
De Cracovie, en Pologne	13	2	
De Danemarck	10	9	6
De Dantzick en Pologne, selon *Petit*	10	4	6
Selon *Picard*	10	7	
De Dijon, en Bourgogne.	11	7	2
De Dole en Franche-Comté.	13	2	3
De Florence, (appelé *Brasse*), selon *Maggi*.	20	8	6
Selon *Lorini*.	21	4	6
Selon *Scamozzi*	22	8	
Selon *Picard*	21	4	
De Franche-Comté.	13	2	3
De Gènes, (appelé *Palme*)	9	9	
De Genève.	18	0	4
De Grenoble, en Dauphiné	12	7	2
De Halle, en Saxe.	11		
De Heidelberg, en Allemagne, selon *Petit*	10	2	
Suivant une mesure originale.	10	3	6
De Leipsick, en Allemagne	11	7	7
De Leyde, en Hollande.	11	7	
De Liège	10	7	6
De Lisbonne, en Portugal, selon *Snellius*	11	7	7
De Londres.	11	3	
Selon *Picard*	11	2	6
Suivant une mesure originale.	11	4	6
De Lorraine.	10	9	2
De Lyon, selon *Petit*	12	7	2
Suivant une mesure originale.	12	7	6
De Manheim, dans le Palatinat du Rhin	10	8	7

Pieds.	Poue.	Lign.	Points.
De Mantoue, en Italie, (appelé *Brasse*, selon *Scamozzi*	17	4	
De Mascon ou Mâcon, en Bourgogne	12	4	3
De Mayence, en Allemagne	11	1	6
De Middelbourg, en Zélande	11	1	
De Naples, (appelé) *Palme*	8	7	
De Nuremberg	11	2	8
De Padoue, en Italie, selon *Scamozzi*	13	1	
De Palerme en Sicile (appelé *Palme*)	8	5	
De Parme, en Italie, (appelé *Brasse*)	20	4	
De Pézaro, en Italie, selon *Scamozzi*	13	1	
De Piémont, selon *Scamozzi*	16		
De Prague, en Bohême	11	1	8
Du Rhin, selon *Snellius* et *Riccioli*	11	5	3
Selon *Petit*	11	6	7
Selon *Picard*	11	7	
Suivant une mesure originale	11	7	6
De Rhynlande	11	7	2
Romain moderne, (appelé *Palme*)	8	3	6
De Rouen	12		
De Savoie	10		
De Sedan	10	3	
De Sienne, en Italie, (appelé *Brasse*)	21	8	4
De Stockolm, en Suède	12	1	
De Strasbourg	10	3	6
De Tolède, selon *Riccioli*	11	2	2
Selon *Petit*	10	3	7
De Trévisan, dans l'état de Venise, selon *Scamozzi*	14	0	6
De Turin, selon *Scamozzi*	16	0	0
De Venise, selon *Scamozzi* et *Lorini*	12	10	
Selon *Petit*	12	8	
Selon *Picard*	11	11	

Pieds.	Pouc.	Lign.
De Vérone, selon *Scamozzi* et *Lorini*	12	10
Selon *Petit*	12	8
Selon *Picard*	11	11
De Vicence, en Italie, selon *Scamozzi*	13	1
De Vienne, en Autriche	11	8
De Vienne, en Dauphiné	11	11
D'Urbin, en Italie, selon *Scamozzi*	13	1

On divise quelquefois le *Pied de Roi*, en 720 ou en 1440 parties, en divisant la ligne en 5 ou en 10; et cela afin de mieux exprimer le rapport du *Pied de Roi* avec les mesures étrangères. La Table suivante fera connoître la différence de celui de Paris, qui est de 1440 parties, à celui des autres villes du royaume, et des différens pays étrangers.

Table des pieds des principales villes et des différens royaumes.

Pieds.	Parties.
D'Aix, en provence, (appelé *Palme*. . . . . est de	1170
D'Alexandrie	1581 $\frac{2}{3}$
D'Amsterdam	1252 $\frac{1}{2}$
D'Angleterre	1350 / 1345 / 1565
D'Antioche	1791 $\frac{1}{3}$
D'Anvers	1260
Arabique	1480
D'Avignon, (appelé *Palme*)	1170
D'Ausbourg, en Allemagne	1312 $\frac{1}{2}$
Babylonien	1455 / 1765 / 1545

	Pieds.	Parties.
De Bavière, en Allemagne. . . est de	1280	
De Bergame, en Italie, (appelé *Brasse*)	2340 1926	 2/3
De Besançon, en Franche-Comté . . .	1571	2/3
De Bologne, en Italie, (appelé *Brasse*)	1680 1690	
De Bresse, en Italie, (appelé *Brasse*)	2115 2093	 1/3
De Bruxelles	1290	
Du Caire, en Egypte, (appelé *Derab*).	2460	
Castillan	1341 1235	2/3 1/6
De Cologne	1220	
De Constantinople, (appelé *Pic*) . . .	2930	
De Copenhague, en Danemarck	1295	
De Cracovie en Pologne.	1580	
De Danemarck	1295	
De Dantzick, en Pologne	1245 1270	
De Dijon, en Bourgogne.	1391	2/3
De Dole, en Franche-Comté.	1582	1/2
De Florence, (appelé *Brasse*)	2485 2565 2720 2560	
De Franche-Comté.	1582	1/2
De Gènes, (appelé *Palme*).	1170	
De Genève	2163	1/3
Grec	1375 1350	
De Grenoble, en Dauphiné	1511	2/3
De Halle, en Saxe	1320	
Hébreux.	1590	
De Heidelberg, en Allemagne.	1220 1235	
De Leipsick, en Allemagne	1395	1/6
De Leyde, en Hollande.	1390	
De Liège	1275	

Pieds.	Parties.
De Lisbonne, en Portugal . . . est de	1395 $\frac{1}{6}$
De Londres	1350 1345 1365
De Lorraine.	1291 $\frac{2}{3}$
De Lyon	1511 $\frac{2}{3}$ 1515
De Manheim, dans le Palatinat du Rhin.	1285 $\frac{5}{6}$
De Mantoue, en Italie, (appelé *Brasse*).	2080
De Mascon ou Mâcon, en Bourgogne.	1482 $\frac{1}{2}$
De Mayence, en Allemagne.	1335
De Middelbourg, en Zélande	1330
De Naples, (appelé *Palme*)	1030
De Nuremberg	1346 $\frac{2}{3}$
De Padoue, en Italie	1570
De Palerme, en Sicile, (appelé *Palme*).	1010
De Parme, en Italie, (appelé *Brasse*).	2440
De Pezaro, en Italie	1570
De Piémont.	1920
De Prague, en Bohême.	1336 $\frac{2}{3}$
Du Rhin	1372 $\frac{1}{2}$ 1385 $\frac{5}{6}$ 1390 1395
De Rhynlande.	1391 $\frac{2}{3}$
Romain ancien	1336 $\frac{2}{3}$ 1305 1320
Romain moderne, (appelé *Palme*). . .	995
De Rouen.	1440
De Savoie.	1200
De Sedan	1230
De Sienne, en Italie, (appelé *Brasse*).	2603 $\frac{1}{3}$
De Stockolm, en Suède.	1450
De Strasbourg.	1235
De Tolède.	1341 $\frac{2}{3}$ 1205 $\frac{5}{6}$
De Trévisan, dans l'état de Venise. . .	1685

Pieds.		Parties.
De Turin . . . . . est de		1920
De Venise		1540
		1520
		1430
De Véronne.		1540
		1520
		1430
De Vicence, en Italie.		1570
De Vienne, en Autriche.		1400
De Vienne, en Dauphiné		1430
D'Urbin, en Italie.		1570

PIED COURANT. C'est le *Pied* qui est mesuré suivant sa longueur. C'est de celui-là dont on entend parler, lorsqu'on nomme simplement un *Pied*, et en ce cas c'est une ligne qui a 12 pouces de longueur. Ainsi, si l'on suppose la perche de 18 pieds de long, alors le *Pied* est la dix-huitième partie d'une perche.

PIED QUARRÉ. C'est le *Pied* qui est composé du produit d'un *Pied* multiplié par un *Pied*: ce qui donne la mesure des surfaces. Ainsi un *Pied* étant de 12 pouces, le *Pied* quarré est de 144 pouces quarrés, nombre qui est formé de 12 multipliés par 12. Et si l'on suppose la perche de 18 *Pieds* de longueur, le *Pied* quarré est la 324e. partie d'une perche quarrée; car une telle perche a de surface 324 *Pieds* quarrés, nombre qui provient de 18 multipliés par 18.

PIED CUBE. C'est le *Pied* qui est composé du produit du *Pied* quarré, multiplié par le *Pied* simple; ce qui donne la mesure des solides. Ainsi un *Pied* quarré étant de 144 pouces, le *Pied* cube est de 1728 pouces cubiques, nombre qui est formé de 144 multipliés par 12. Et si l'on suppose encore la perche de 18 *Pieds* de longueur, le *Pied* cube est la 5832e partie d'une perche cubique; car une telle perche a de solidité 5832 *Pieds* cubes, nombre qui provient de 324 multipliés par 18.

Pour donner une valeur aux *Pieds*, aux pouces, aux lignes et aux points, on dit communément que le *Point*

est la douzième partie de l'épaisseur d'un moyen grain d'orge, et que par conséquent la ligne est cette épaisseur toute entière.

PIED-DE-CHEVRE. Espèce de pince de fer, un peu recourbée et refendue par le bout, dont les charpentiers, maçons, tailleurs de pierres et autres ouvriers se servent pour remuer leurs pièces de bois, leurs pierres et autres semblables fardeaux.

Le *Pied-de-Chèvre*, *AB* (*Pl. XIII, fig.* 13 *et* 14.) agit ordinairement comme *levier*; tantôt du premier, tantôt du second genre. Après avoir engagé la pince *C* (*fig* 13.) de l'instrument sous le fardeau qu'on veut élever, on fait porter le coude *A* sur quelque corps dur, et en appuyant sur le bout *B*, on soulève le fardeau. Dans ce cas-là le *Pied-de-chèvre* fait l'office de levier du premier genre : car le point d'appui *A* se trouve placé entre la puissance et la résistance. Si l'on tourne l'instrument de manière que la pince *A* (*fig.* 14.) appuie sur le terrein, en poussant vers *C*, on soulève encore le fardeau; c'est alors un levier du second genre : car le fardeau *C*, qui est la résistance qu'il s'agit de vaincre, se trouve placé entre le point d'appui et la puissance. (*Voyez* LEVIER).

PIERRE DE BOLOGNE. Espèce de spath composé de lames dont le tissu est fibreux, et qui sont comme couvertes d'une pellicule. Cette *Pierre* est demi-transparente : après avoir été calcinée, elle fait effervescence avec tous les acides, et donne pour lors une odeur fétide et urineuse. Elle luit dans les ténèbres; mais il faut remarquer que cette propriété phosphorique ne lui est pas particulière; elle l'a seulement dans un degré plus éminent que plusieurs autres pierres. L'expérience nous apprend que toutes les espèces de spath, de marbre et de pierres calcaires, donnent de la lumière dans l'obscurité, lorsqu'après avoir été calcinées une ou plusieurs fois, on les a laissées refroidir. Ce ne sont pas même ces seules substances qui sont en possession de la propriété phosphorique; toutes les *Pierres* entièrement transparentes l'ont aussi : de sorte que si l'on expose au soleil un crystal de roche, un diamant, une topase, etc. on trouvera que, sans

qu'il soit besoin d'autre préparation, ces *Pierres* donneront de la lumière dans les ténèbres. Il y a cependant quelques-unes des *Pierres* dont nous avons parlé ci-dessus, qui ne luisent dans l'obscurité qu'après avoir été mises en dissolution dans l'acide nitreux. L'on peut, par différentes préparations, donner cette qualité phosphorique à presque toutes les *Pierres*; il faut cependant en excepter les agates, les jaspes, la pierre à fusil, et toutes les pierres réfractaires, c'est-à-dire, celles qui ne se vitrifient et ne se calcinent point.

Pour savoir la manière de préparer la *Pierre de Bologne*, afin de la rendre phosphorique, *Voyez* CALCINATION.

La *Pierre de Bologne*, étant une fois calcinée, si on l'expose un moment à la lumière du jour; comme dans une cour ou dans la rue, et non pas à celle du soleil; et qu'ensuite on la transporte promptement dans un lieu obscur, elle paroît, pendant un peu de temps, comme un charbon allumé sans chaleur sensible; puis elle s'éteint peu-à-peu. Si l'on expose de nouveau cette *Pierre* à la lumière, elle se rallume comme la première fois.

Les *Pierres de Bologne* gardent leur propriété phosphorique pendant deux, trois et quatre ans, selon qu'on les expose plus ou moins souvent à la lumière; et quand elles ont perdu leur vertu, on peut la leur faire reprendre, en les calcinant de nouveau, et avec les mêmes précautions que la première fois; mais alors elles éclairent plus foiblement.

La poudre dont nous avons dit qu'on les enveloppe, et qui forme une croûte autour de ces *Pierres*, lorsqu'on les a calcinées, cette croûte, dis-je, réduite en poudre, est aussi un phosphore très-beau et fort lumineux, quand on l'a exposée à la lumière, comme on fait les *Pierres*. On en peut faire différentes figures lumineuses, en dessinant premièrement ces figures sur du papier ou sur du bois avec des blancs d'œufs, et y répandant aussitôt, et pendant que les traits sont encore humides, de cette poudre, afin qu'elle s'attache sur tous les traits où l'on a mis du blanc d'œuf. Il faut ensuite laisser sécher ces figures à l'ombre, et les ayant mises dans un cadre, les couvrir d'un verre blanc, pour qu'on n'y tou-

che plus. Quand on voudra rendre ces figures lumineuses, il n'y aura qu'à exposer à la lumière le cadre couvert de son verre, puis le porter ensuite dans l'obscurité.

On peut encore, au moyen de cette poudre, faire un crystal lumineux, en en remplissant une petite bouteille de crystal, et la bouchant exactement, afin qu'on ne l'ouvre plus : étant exposée à la lumière, comme les *Pierres*, elle produira un effet pareil au leur ; et sa lumière durera plus long-temps ; mais elle sera plus foible.

PIERRE CALAMINAIRE. (*Voyez* CALAMINE).

PIERRE PHILOSOPHALE. Chercher la *Pierre philosophale*, c'est chercher à décomposer et à recomposer l'or, et surtout à en faire de nouveau. Car chercher, et même trouver le secret de faire revenir *or* ce qui l'étoit déjà avant qu'on l'eût décomposé, ne seroit pas une découverte fort lucrative : au contraire on y perdroit pour le moins son temps et son charbon, et même quelque chose de plus, supposé qu'il y eût du déchet dans l'opération. Il s'agit donc de faire de nouvel *or*, avec des matières qui ne l'aient pas encore été, mais qui soient propres à le devenir. On cherche donc à décomposer l'*or*, présumant que dans cette opération on découvrira quels sont les principes qui entrent dans sa composition, et par-là quelles sont les matières qu'il faut employer pour en faire de nouveau. Mais cette découverte fût-elle déjà faite, on seroit encore bien éloigné d'avoir trouvé la *Pierre philosophale*. Il ne suffiroit pas de connoître tous les principes qui composent l'*or*, il faudroit encore savoir quelle est la proportion qui règne entre ces principes ; il faudroit surtout posséder le secret de les unir aussi parfaitement que le font dans le sein de la terre les agens naturels : ce qu'on ne découvrira jamais. Il suffit que la découverte de la *Pierre philosophale* soit physiquement impossible, pour nous faire regarder comme dignes des *Petites-Maisons* ceux qui s'occupent à la chercher.

Si la passion des richesses, dit *Fontenelle*, n'étoit pas aussi puissante et par conséquent aussi aveugle qu'elle est, il seroit inconcevable qu'un homme, qui prétend avoir le secret de faire de l'or, pût tirer de l'argent d'un

autre, pour lui communiquer son secret. Quel besoin d'argent peut avoir cet heureux mortel? Cependant c'est un piège où l'on donne tous les jours, et *Geoffroy* a développé dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, *année* 1722, les principaux tours de passe-passe que pratiquent les prétendus adèptes, enfans de l'art, philosophes hermétiques, cosmopolites, rosecroix, etc. gens qu'un langage mystérieux, une conduite fanatique, des promesses exhorbitantes devroient rendre fort suspects, et ne font que rendre plus importans. Nous ne répéterons point ce qu'a dit *Geoffroy* sur leurs différentes supercheries; il est presque insensé d'écouter ces gens-là, du moins dans l'espérance de quelque profit. Ainsi nous transcrirons seulement un mot des observations de l'historien de l'Académie des Sciences sur le fond de la chose.

Il pourroit bien être impossible à l'art de faire de l'or, c'est-à-dire, d'en faire avec des matières qui ne soient pas or, comme il s'en fait dans le sein de la terre. L'art n'a jamais fait un grain d'aucun des métaux imparfaits, qui, selon les alchymistes, sont de l'or que la nature a manqué; il n'a seulement jamais fait un caillou. Selon les apparences, la nature se réserve toutes les productions. Cependant on ne démontre point qu'il soit impossible qu'un homme ne meure pas. Les impossibilités, hormis les géométriques, ne se démontrent guère; mais une extrême difficulté, prouvée d'une certaine façon par l'expérience, doit être traitée comme une impossibilité, sinon dans la théorie, au moins dans la pratique.

Les alchymistes prétendent dissoudre l'or radicalement, ou en ses principes, et en tirer quelque matière, un soufre, qui, par exemple, mêlé avec quelqu'autre minéral, comme du mercure ou de l'argent, le change en or: ce qui en multiplieroit la quantité.

Mais on n'a jamais dissous radicalement aucun métal. On les altère, on les déguise quelquefois à un tel point qu'ils ne sont plus reconnoissables; mais on sait aussi les moyens de les faire reparoître sous leur première forme; leurs premiers principes n'étoient pas désunis.

Il est vrai qu'il s'est fait par le *miroir ardent* des disso-

lutions radicales, que le feu ordinaire des fourneaux n'auroit pas faites; mais un alchymiste n'en seroit pas plus avancé : car au feu du soleil, ou le mercure, ou le soufre des métaux, qui seroient les principes les plus actifs et les plus précieux, s'envolent, et le reste demeure vitrifié et inhabile à toute opération.

Quand même on auroit un soufre d'or bien séparé, et qu'on l'appliquât à de l'argent, par exemple, il ne feroit que changer en or une masse d'argent égale à celle d'or, d'où il auroit été tiré. Je suppose qu'il lui auroit donné le poids et toutes les autres qualités originaires; mais, malgré tout cela, il valoit autant laisser ce soufre où il étoit nécessairement; on n'a rien gagné, si ce n'est une expérience très-curieuse, et certainement on a fait des frais.

J'avoue que les alchymistes entendent que ce soufre agiroit à la manière, ou d'une semence qui végète et devient une plante, ou d'un feu qui se multiplie, dès qu'il est dans une matière combustible; et c'est à cela que reviennent les contes de la poudre de projection, dont quelques atomes ont produit de grosses masses d'or; mais quelle physique pourroit s'accommoder de ces sortes d'idées?

J'avoue aussi que, si de quelque matière qui ne fût point or, comme de la rosée, de la manne, du miel, etc. on pouvoit, ainsi qu'ils le disent, tirer quelque portion de l'esprit universel, propre à changer de l'argent ou du cuivre en or, il pourroit y avoir du profit; mais quelle proposition! quelle espérance!

Une chose qui donne encore beaucoup de crédit à la *Pierre Philosophale*, c'est qu'elle est un remède universel. Ceux qui la cherchent, comment le savent-ils? Ceux qui la possèdent, que ne guérissent-ils tout? et s'ils veulent, sans découvrir leur secret, ils auront plus d'or que tous leurs fourneaux n'en pourroient faire. Quand on recherchera ce qui a fait donner à l'or des vertus physiques si merveilleuses, on verra bientôt que leur origine vient de ses vertus arbitraires et conventionnelles, dont les hommes sont si touchés.

PIERRES. Ce sont des corps durs, de nature ter-

reuse, et dont les parties sont étroitement liées les unes aux autres.

Toutes les *Pierres* ont les propriétés générales suivantes. 1°. On ne peut aisément les écraser entre les doigts. A l'égard de leur dureté, elle varie beaucoup; car il y en a qui en ont fort peu, étant peu compactes; telles sont une partie des tales et la pierre-ponce. D'autres sont plus dures; on peut cependant les tailler et les travailler avec le fer et l'acier; telles sont les pierres à chaux, les marbres, les grès, etc. On en rencontre de plus dures encore, et qui ne peuvent se travailler qu'avec une forte lime d'acier; telles sont les turquoises et quelques cailloux. Il y en a d'autres sur lesquelles le fer et l'acier n'ont point de prise, et qu'on ne peut travailler qu'avec l'émeril; telles sont l'agate, le jaspe, la cornaline, etc. Enfin il s'en trouve de très-dures, par exemple, celles qui ont la dureté du diamant, et qui ne peuvent être travaillées qu'à l'aide de la poudre de diamant; tels sont les diamans, les saphirs, etc. (*Voyez* DIAMANT *et* SAPHIR). 2°. Toutes les *Pierres* sont aigres et cassantes : elles ne sont ni ductiles, ni malléables. 3°. Elles ne peuvent ni s'amollir, ni se dissoudre dans l'eau : elles ne s'amollissent et ne se dissolvent point non plus dans l'huile.

On divise les *Pierres*, en *Pierres calcaires*, *Pierres vitrifiables*, *Pierres réfractaires* et *Pierres composées* ou *roches*.

On appelle *Pierres calcaires*, celles que l'action du feu réduit en poussière, et qui mêlées ensuite avec de l'eau ou avec quelqu'autre liqueur, reprennent une liaison et une dureté nouvelles. Ces *Pierres* sont d'un tissu si peu serré, que quand on les frappe avec l'acier, elles s'écrasent ou s'égrènent, et il n'en part point d'étincelles; tels sont la *Pierre à chaux*, le *marbre*, le *gypse* et le *spath*.

On appelle *Pierres vitrifiables*, celles qui entrent en fusion au feu, et s'y changent en verre : elles sont ordinairement si dures, que frappées avec l'acier, elles donnent des étincelles (il faut cependant en excepter les *ardoises*). Aucune de ces *Pierres* ne fait effervescence, soit avec l'eau-forte, soit avec d'autres acides. Les *Pierres*

vitrifiables sont les *ardoises*, les *grès*, les *cailloux*, les *jaspes*, les *quartz*, et les *crystaux*.

On appelle *Pierres réfractaires*, celles qui résistent au feu, c'est-à-dire, qui soutiennent l'action d'un feu très-violent sans se changer ni en chaux ni en verre. Ces *Pierres* sont pour l'ordinaire si tendres et si peu liées, qu'elles ne donnent point d'étincelles, lorsqu'on les frappe avec l'acier : elles ne font point effervescence avec l'eau-forte, ni avec les autres acides, à l'exception d'un très-petit nombre. Les *Pierres* de ce genre sont le *mica*, le *talc*, *la Pierre ollaire*, la *roche de corne*, l'*Amiante* et l'*Asbeste*.

On appelle *Pierres composées* ou simplement *roches*, celles qui ne sont qu'un assemblage des différentes *Pierres* dont nous venons de parler. Presque toutes les roches et montagnes sont formées de ces *Pierres;* et c'est de là que, par la suite des temps et par toutes sortes d'accidens, les *Pierres* ordinaires qu'on trouve répandues dans les champs, ont été détachées. Les *granits* sont des *Pierres composées*.

PIERRES HUMAINES. Corps pierreux, formés par couches posées les unes sur les autres, qui ont différentes formes, dont les uns sont lisses et les autres raboteux à l'extérieur, et qui se trouvent dans différentes parties du corps humain. On en trouve principalement dans la vessie, dans les reins, dans la vésicule du fiel : il s'en trouve encore dans les poumons, dans le foie, dans l'estomac, dans les intestins, dans les artères, où elles ont été produites par des polypes durcis, dans les glandes, surtout les salivaires, dans la matrice, dans la tête, dans les yeux, dans des tumeurs, dans des callosités, etc. La plupart de ces *Pierres* sont formées par une matière crétacée, semblable à celle qui entre dans la composition des os, liée par une substance visqueuse ou mucilagineuse, qui se durcit à la longue ; c'est la raison pour laquelle elles sont très-volatiles au feu. Celles des poumons paroissent avoir été formées par la poussière pierreuse qu'on a avalée en respirant ; c'est ce qui arrive ordinairement aux ouvriers qui taillent le grès pour en former des pavés.

PIERRES PRÉCIEUSES. *Pierres* brillantes et trans-

parentes, qui affectent toujours à l'extérieur une figure régulière et déterminée. Quand on casse ces *Pierres*, elles se divisent en morceaux irréguliers, et sont unies et brillantes dans l'endroit de la fracture, quoiqu'elles soient un peu feuilletées et écailleuses. Elles sont très-dures et donnent beaucoup d'étincelles lorsqu'on les frappe avec l'acier. Elles prennent toutes un poli qui en relève beaucoup l'éclat. La plupart ont la propriété de se vitrifier dans le feu, mais elles en exigent un degré très-violent : il y en a qui ne se vitrifient point sans addition ; d'autres ne se vitrifient point du tout.

Les *Pierres précieuses* renferment quelquefois des matières qui leur sont étrangères; ce qui prouve que ces *Pierres* sont de nouvelle formation, et que la matière qui les produit, doit avoir été fluide : car, pour qu'un corps solide se trouve renfermé dans un autre corps solide, il est nécessaire que ce dernier ait été mis en dissolution sur l'autre, et l'ait enveloppé dans le moment que la matière fluide est venue à se durcir.

Toutes les *Pierres précieuses* affectent à l'extérieur chacune une figure régulière et déterminée : il n'est pas douteux qu'elles se forment ainsi par la voie de la crystallisation, de la même façon que nous voyons les sels prendre une figure déterminée en se crystallisant. On peut demander si les *Pierres précieuses* sont redevables de leurs figures à quelques sels? Je pense qu'elles doivent plutôt leurs figures à la substance terreuse et métallique qui leur sert de base ; de même que nous voyons que les sels prennent une autre figure, si on leur fait changer de base, quoiqu'on conserve le même acide. Car, si l'on unit l'acide nitrique avec un alkali végétal pur, il se forme un sel d'une figure prismatique hexagone, qu'on appelle *nitre* ou *salpêtre* : si on unit le même acide avec la soude, il se forme un sel cubique, dont la figure approche de celle du sel marin, et qu'on appelle *nitre quadrangulaire*. De même, lorsqu'on fait dissoudre de l'argent dans de l'acide nitreux, il se forme des crystaux feuilletés ; mais si dans l'acide nitreux on fait dissoudre du fer, il se forme des crystaux quadrangulaires irréguliers, et ainsi des autres.

Puisque dans ce cas l'acide est toujours le même, ne devient-il pas clair que c'est la substance métallique qui produit de la variété dans les crystaux? Ce qui prouve encore plus sûrement que ce ne sont point les sels qui produisent cette variété, mais qu'elle vient plutôt des métaux, c'est qu'un seul et même métal, dissous dans différens acides, conserve toujours dans ses crystaux la figure qu'il a adoptée, et n'en change point pour prendre celle des sels.

A l'égard de la couleur des *Pierres précieuses*, on a lieu de croire qu'elle naît de quelques dissolutions de substances minérales; c'est ainsi que le fer produit la couleur rouge qu'on remarque dans le rubis : l'or uni avec l'étain pourroit produire le même effet.

Les *Pierres précieuses* sont le *diamant*, le *rubis*, le *saphir*, la *topase*, l'*émeraude*, la *chrysolite*, le *jargon de Ceilan*, le *girasol*, le *grenat*, l'*hyacinthe*, le *béril* ou l'*aigue-marine*. (*Voyez* DIAMANT, RUBIS, SAPHIR, TOPASE, EMERAUDE, CHRYSOLITE, JARGON DE CEILAN, GIRASOL, GRENAT, HYACINTHE, AIGUE-MARINE).

Il y a plusieurs façons de reconnoître, si une *Pierre* est véritable ou fausse : 1°. par le moyen d'une lime bien trempée on reconnoîtra le *diamant*, le *rubis*, le *saphir* et la *topase;* car si elle mord tant soit peu sur ces *Pierres*, c'est une marque qu'elles sont fausses : 2°. par le moyen du feu, le *diamant*, le *rubis*, le *saphir*, la *topase*, l'*émeraude* et la *chrysolite* résistent à sa violence sans s'y fondre; mais le *diamant* s'y détruit entièrement en s'y brûlant (*Voyez* DIAMANT); de plus le *rubis*, la *topase*, l'*émeraude* et le *grenat* y conservent leur couleur : 3°. par l'acide nitreux; si on en laisse tomber une goutte sur une *Pierre* fausse, elle changera de couleur ou deviendra plus foncée dans l'endroit où la goutte sera tombée; au lieu que cet acide ne produit pas la même altération sur une vraie *Pierre* : 4°. par la pesanteur; une *Pierre* véritable est beaucoup plus pesante qu'une *Pierre* fausse du même volume; l'on peut pour cette épreuve se servir avec succès de la balance hydrostatique (*Voyez* BALANCE HYDROSTATIQUE) : 5°. par l'éclat qui est si vif dans les *Pierres précieuses*, qu'il en part des rayons vifs, qui portent la lumière

avec force dans l'œil; au lieu qu'une *Pierre* fausse n'a communément qu'un éclat foible. On examine aussi, lorsque la *Pierre* est montée, si la feuille qui est au-dessous n'est pas de nature à lui donner de l'éclat ou de la couleur, soit en regardant les angles de la *Pierre* de façon que le rayon visuel passe entre la feuille et la partie supérieure de la *Pierre;* car, si on considéroit la *Pierre* de haut en bas, la feuille pourroit donner de la couleur et de l'éclat à la *Pierre* vue dans ce sens; soit en tournant la surface supérieure de la *Pierre* contre l'ongle du pouce, et en élevant la main jusqu'à ce que le rayon visuel traverse la *Pierre* parallèlement au plan de l'ongle; si la *Pierre* est fausse, on remarquera qu'en la tenant ainsi, elle n'a guère d'éclat.

Pour ce qui est du prix des *Pierres précieuses*, il varie à proportion de leur pureté et de leur beauté; il dépend aussi de l'usage et de la mode, et plus encore de l'avidité du marchand et de la fantaisie de l'acheteur.

Le diamant est la plus belle des *Pierres précieuses* et la plus estimée, par son éclat et sa dureté; mais il n'est pas inaltérable, comme on l'a cru pendant long-temps; un degré de feu, même peu violent, le détruit entièrement. (*Voyez* DIAMANT). Le rubis oriental au contraire résiste à toute la violence du feu, sans y perdre ni son poli, ni sa forme, ni sa couleur, ni rien de son poids. Le saphir oriental, la topase orientale, l'émeraude et la chrysolite résistent aussi à la violence du feu, sans s'y fondre; mais le saphir et la chrysolite y perdent de leur couleur. Les autres *Pierres* fondent au feu et y perdent leur couleur, si on en excepte le grenat, qui non-seulement y garde la sienne, mais y en prend une plus foncée.

Ces *Pierres* diffèrent en dureté; voici l'ordre qu'elles suivent en commençant par les plus dures. Le diamant, le saphir, le rubis, la topase, le jargon de Ceilan, le girasol, le grenat, l'émeraude, la chrysolite, l'aigue-marine et l'hyacinthe. Le diamant est la plus dure de toutes ces *Pierres*; et sa dureté surpasse de beaucoup celle des autres. Le saphir, le rubis et la topase ont un degré de dureté, à peu de chose près égal. La dureté du girasol et du jargon de Ceilan, surpasse celle du grenat. La dureté

du grenat tient le milieu entre celle de ces dernières *Pierres* et celle des suivantes. L'émeraude, la chrysolite, l'hyacinthe et l'aigue-marine diffèrent peu les unes des autres quant à la dureté, et elles ne sont guère plus dures que le crystal de roche.

On sera bien aise de trouver ici rassemblées les pesanteurs spécifiques des *Pierres précieuses*; ce qui fournit un moyen commode de les reconnoître sûrement.

Voici donc la table des pesanteurs spécifiques des *Pierres précieuses*, comparées à celle de l'eau distillée, et en commençant par celles dont la pesanteur spécifique est la plus grande. Je suppose un volume d'eau distillée qui pèse, par exemple, 10000 milligrammes: le nombre qu'on trouve dans la table vis-à-vis de chacune des *Pierres*, exprime le nombre de milligrammes que peseroit un volume de chaque *Pierre* égal à ce volume d'eau.

Table des pesanteurs spécifiques des Pierres précieuses, comparées à celle de l'eau distillée.

Eau distillée	10000
Jargon de Ceilan	44161
Rubis oriental haut en couleur	42833
Rubis oriental d'une couleur plus claire	41833
Grenat	41888
Topase orientale	40106
Girasol	40000
Saphir bleu oriental	39941
Saphir blanc oriental	39911
Hyacinthe	36873
Aigue-marine orientale ou Béryl	35489
Diamant blanc	35212
Diamant couleur de rose	35310
Chrysolite	27821
Emeraude	27755
Aigue-marine occidentale	27227

PIGNON. Nom que l'on donne à une petite roue, que l'on place ordinairement sur l'arbre ou axe d'une

grande roue : les dents ou les ailes de ce *Pignon* engrènent avec les dents d'une autre grande roue, et communiquent ainsi le mouvement. Si l'on veut que cette dernière grande roue ne fasse qu'un tour pendant que la première en fait quatre, on donne à cette dernière grande roue quatre fois autant de dents que le *Pignon* a d'ailes. On trouve de ces assemblages dans les horloges et les montres.

PILE DE HERON. Machine hydraulique inventée par *Héron d'Alexandrie*. Cette machine est fort simple : elle consiste en une sphère, à laquelle on a joint un tuyau étroit qui forme un jet d'eau, lorsqu'on souffle dedans. Pour composer cette machine, on prend donc une sphère *A* (*Pl. XXV, fig.* 12.), dans laquelle on cimente un tuyau *B C*, de façon qu'il touche presque le fond de la sphère en *B*. On ne laisse à l'extrémité *C* du tuyau qu'une fort petite ouverture. Voilà toute la construction de la *Pile de Héron*. Son effet est un jet d'eau qui se manifeste, lorsqu'après avoir à moitié rempli d'eau cette sphère *A*, on y introduit de nouvel air, en soufflant par l'ouverture *C* du tuyau *C B* : cet air, ainsi soufflé, entre dans la sphère par l'extrémité *B* du tuyau, et moyennant sa légèreté respective, va se réunir à l'air qui est déja renfermé dans la sphère, et qui se tient à la surface de l'eau. Ces deux airs ainsi réunis, en forment un qui a plus de densité, et par conséquent plus de ressort et plus de force pour comprimer la surface de l'eau. Si donc on laisse libre l'ouverture *C* du tuyau *B C*, la pression de cet air condensé agit sur l'eau et la fait jaillir par cette ouverture : cet effet continue jusqu'à ce que l'air, renfermé dans la sphère, soit redevenu au même degré de densité où il étoit avant qu'on y en introduisit de nouveau. Cette machine est essentiellement la même que la *fontaine de compression*. (*Voyez* FONTAINE DE COMPRESSION).

PINCEAU OPTIQUE. On appelle ainsi un assemblage de rayons de lumière, qui, partant d'un certain point d'un objet, avec un certain degré de divergence, tombent sur l'œil ou sur un verre convexe, et sont ensuite, par la réfraction, rassemblés en un point au-delà du verre ou sur le fond de l'œil. Ou pour parler plus

généralement, *Pinceau optique* est un double cône *ACBEFD* (*Pl. XXXV, fig.* 5.) de rayons de lumière; les deux cônes *ACB*, *DFE*, qui le composent, étant opposés par leurs bases *AB*, *DE*, l'un d'eux *DFE* ayant son sommet *F* en quelque point de l'objet d'où il part, et sa base *DE* appuyée sur un verre convexe *DB* ou sur l'œil, tandis que l'autre *ACB* a aussi sa base *AB* appuyée sur le côté opposé du même verre *DB* et son sommet à un point de convergence, comme en *C*; ce qui forme deux cônes *ACB*, *DFE*, dont les bases se touchent dans l'œil ou dans le verre *DB*. La pointe de l'un de ces cônes est dans l'objet même, et celle de l'autre est au fond de l'œil, ou au point où l'objet est peint.

PINNULE. Pièce de cuivre *ABCD* (*Pl. XVIII, fig.* 10.) élevée perpendiculairement sur le bord d'un instrument propre à observer. Au milieu de la *Pinnule* est un petit trou ou une petite fente *f*, par où on regarde les objets qu'on veut observer. Il y a toujours deux *Pinnules* *ABCD*, *EFGH* dans un instrument dont les ouvertures *f*, *f*, sont vis-à-vis l'une de l'autre, afin de pouvoir connoître exactement, la direction de la ligne droite que suivent les rayons de lumière, qui partent de l'objet pour arriver à l'œil.

PINTE. Mesure de capacité, destinée pour les liqueurs que l'on vend en détail. La capacité de la *Pinte* varie considérablement: elle est différente en différens endroits, on ne sait trop pourquoi. La capacité de la *Pinte* de Paris est de 48 pouces cubes: il y en a par conséquent 36 au pied cube.

PIRAMIDAL. (*Voyez* PYRAMIDAL).

PIRAMIDE. (*Voyez* PYRAMIDE).

PISTOLET *de Volta*. On appelle ainsi le vase *ag* (*Pl. XXII, fig.* 13), que je suppose de métal, et garni d'une tige recourbée *bcd* aussi de métal, qui enfile un tuyau de verre *a* mastiqué dans le couvercle du vase afin de l'isoler: au goulot *g* du vase on adapte un petit canon capable de recevoir une balle. Le tout ainsi préparé, on fait passer dans ce vase deux parties d'air athmosphérique et une partie de gas hydrogène. Après avoir placé au goulot *g* le petit canon chargé de sa

balle, de manière que le tout soit bien bouché, on présente à un corps actuellement électrisé, la petite boule de métal *b*. Il s'excite une étincelle électrique entre cette boule *b* et le corps électrisé : il s'en excite une seconde entre la boule *d* et le bord du vase. C'est cette seconde étincelle qui enflamme le gas. La détonation est très-violente ; et la balle est chassée avec assez de force pour, à la distance de 25 pas, percer une planche de chêne de 27 millimètres d'épaisseur. Si, au lieu d'air atmosphérique, on mettoit dans le vase, une partie d'air pur et deux parties de gas hydrogène, la détonation seroit considérablement plus violente ; et la balle seroit chassée avec une beaucoup plus grande force, et pourroit percer la planche à une distance bien plus considérable.

PISTON. Partie d'une pompe. C'est une espèce de bouchon *I*, (*Pl. XI*, *fig.* 1), *K* (*fig.* 2), *L* (*fig.* 3), *M* (*fig.* 4), qui ferme exactement le corps de pompe dans lequel on le fait aller et venir, en glissant alternativement de bas en haut et de haut en bas. Ce bouchon est composé d'un axe de fer *Af* (*fig* 6), sur lequel on soude une rondelle de cuivre *E* dont le diamètre soit un peu plus petit que celui de l'intérieur du corps de pompe. Sur la partie *f* de l'axe sont enfilées deux ou trois rondelles de liège ou autre substance, d'un diamètre un peu plus grand que celui de la rondelle de cuivre *E*, et entre lesquelles on place, comme on le voit en *G*, des rondelles de cuir, dont le diamètre excède celui des rondelles de liège autant qu'il est nécessaire pour venir en recouvrement sur toute l'épaisseur des rondelles de liège. Ensuite on visse sur l'extrémité de l'axe une autre rondelle de cuivre *B* ou *b*, taraudée et qui serre tout l'assemblage. Il y a des pompes desquelles le *Piston L M* (*fig.* 5), est percé au centre, et garni à la rondelle supérieure *N* ou inférieure *n* d'une soupape ou d'un clapet, comme on le voit en *O*. (*Voyez* SOUPAPE *et* CLAPET). Alors, au lieu de réunir les deux rondelles *N* et *n* par un axe, on les réunit par le moyen d'un tuyau creux *p*, sur lequel on enfile les rondelles de liège et de cuir. De tout cet assemblage, il résulte donc une bobine *N np* ouverte d'un bout à l'autre,

l'autre, et remplie de liège et de cuir, comme en *M*. Sur la rondelle supérieure *N*, il faut river une fourchette *Q* qui laisse le jeu libre à la soupape ou au clapet, et qui soit jointe à la tige du *Piston* par une tête fendue, comme celle d'un compas. Le tuyau *p* doit être fait du plus grand diamètre possible, afin de donner à l'eau un large passage; sans quoi cela forme un étranglement qui occasionne des frottemens nuisibles à la vîtesse de l'eau, et qui exigent plus de force pour mettre la pompe en jeu.

PITUITAIRE. (*Membrane*) (*Voyez* MEMBRANE PITUITAIRE).

PLAGE. Nom que l'on donne à un point quelconque de l'horizon. Il y a autant de *Plages* que de points dans l'horizon : et comme le nombre de ces points est infini, il y a donc une infinité de *Plages*. Mais, pour en limiter le nombre, on n'en compte que 32, dont quatre sont les 4 principales *Plages*, desquelles toutes les autres prennent leur nom. Ces quatre sont le *Septentrion* ou le *Nord*, le *Midi* ou le *Sud*, l'*Orient* ou l'*Est*; l'*Occident* ou l'*Ouest*. Ce sont, comme l'on voit, les quatre points cardinaux. (*Voyez* POINTS CARDINAUX).

Les 28 autres *Plages* ont des noms qui tiennent des deux *Plages* entre lesquelles elles sont placées. Ces noms sont le *Nord-Est*, le *Nord-Ouest*, le *Sud-Est*, le *Sud-Ouest*; le *Nord-Nord-Est*, le *Nord-Nord-Ouest*, le *Sud-Sud-Est*, le *Sud-Sud-Ouest*, l'*Est-Nord-Est*, l'*Est-Sud-Est*, l'*Ouest-Nord-Ouest*, l'*Ouest-Sud-Ouest*; le *Nord-Quart-Nord-Est*, le *Nord-Quart-Nord-Ouest*, le *Nord-Est Quart Nord*, le *Nord-Est Quart Est*; le *Nord-Ouest Quart Nord*, le *Nord-Ouest Quart Ouest*, le *Sud Quart Sud-Est*, le *Sud Quart Sud-Ouest*, le *Sud-Est Quart Sud*, le *Sud-Est Quart Est*, le *Sud-Ouest Quart Sud*, le *Sud-Ouest Quart Ouest*, l'*Est Quart Nord-Est*, l'*Est Quart Sud-Est*, l'*Ouest Quart Nord-Ouest*, et l'*Ouest Quart Sud-Ouest*. (*Voyez* NORD, SUD, EST, *et* OUEST).

Il suffit de trouver la ligne méridienne (*Voyez* MÉRIDIENNE), alors les quatre principales *Plages* sont connues; et il est aisé, par leur moyen, de déterminer toutes les autres. On a ainsi divisé l'horizon, pour

distinguer les vents, et pour indiquer facilement la route qu'on doit suivre pour aller d'un lieu à un autre C'est pourquoi on les marque sur la boussole qui sert à diriger la route dans la navigation. (*Voyez* Boussole *et* Rose de vent).

PLAN. Nom que l'on donne à une surface sur laquelle on peut appliquer exactement une ligne droite dans tous les sens. Par cette définition, l'on voit qu'un *Plan* est une surface sur laquelle il ne se trouve ni éminences ni cavités.

PLAN-CONCAVE. (*Verre*) (*Voyez* Verre plan-concave).

PLAN-CONVEXE. (*Verre*) (*Voyez* Verre plan-convexe).

PLAN-DE GRAVITATION. *Plan* que l'on suppose passer par le centre de gravité d'un corps et dans la direction de sa tendance, c'est-à-dire, dans la direction perpendiculaire à l'horizon. (*Voyez* Gravité).

PLAN DE RÉFLEXION. *Terme de Catoptrique.* C'est le *Plan* qui passe par le point de réflexion, et qui est perpendiculaire à la surface du corps réfléchissant. (*Voyez* Réflexion).

PLAN DE REFRACTION. *Terme de Dioptrique. Plan* qui passe par le rayon incident et par le rayon réfracté. (*Voyez* Réfraction).

PLAN INCLINÉ. *Terme de Mécanique. Plan* qui fait un angle aigu avec un *Plan* horizontal. C'est une des six machines que l'on regarde comme *simples* en mécanique. (*Voyez* Machine). Une puissance qui agit par le moyen de cette machine, peut soutenir ou même vaincre une puissance plus grande : et cette puissance n'agit jamais avec tant d'avantage que lorsque sa direction est parallèle au *Plan.* Soit *A C* (*Pl. XVII, fig.* 1.) un *Plan incliné* : pour soutenir le corps *D* sur ce *Plan* et l'empêcher de tomber, il n'est pas nécessaire que les poids *d*, *d*, qui le retiennent par le moyen des cordes *D e d*, soient, pris ensemble, égaux au poids du corps *D*, si ces poids *d*, *d*, tirent dans la direction *D e* parallèle au *Plan incliné.* Mais si ces poids tiroient dans les directions *D F* ou *D E*, ils perdroient de leur avantage : on en verra la raison ci-après.

Il est évident que le *Plan incliné* porte une partie du poids *D*, puisque des poids moindres que le sien l'empêchent de tomber. En effet, le corps *k* (*fig. 2.*) tend à tomber par la direction verticale *k h* (*Voyez* PESANTEUR); il en est empêché par le *Plan incliné ac* qu'il est obligé de suivre. Son point d'appui est en *d*: on peut donc regarder le rayon *dk* comme un levier, à l'extrémité *k* duquel agissent deux puissances; l'une le poids du corps *k* dans la direction *k h*, oblique au rayon *dk*; et l'autre *k p*, perpendiculaire à ce rayon. La longueur du bras de levier de cette dernière puissance est donc le rayon entier *dk* : et la longueur du bras de levier par lequel agit le poids du corps *k*, se réduit à *de* sinus de l'angle que fait la direction *k h* avec le rayon *dk*. (*Voyez* LEVIER). Et comme les puissances doivent être en raison inverse des longueurs des bras de levier, la puissance *kp* doit être au poids du corps *k* comme *de* est à *dk*. Mais le triangle *kde* est semblable au triangle *acb*: il y a donc le même rapport entre *de* et *dk* qu'entre *ab* hauteur du *Plan incliné*, et *ac* sa longueur. D'où il suit que la puissance *kp* doit être au poids du corps *k* comme la hauteur du *Plan* est à sa longueur.

Loix de la descente des corps sur des Plans inclinés.

I. 1°. Si un corps est placé sur un *Plan incliné*, sa pesanteur absolue sera à sa pesanteur relative, comme la longueur du *Plan AC* est à sa hauteur *AB*, *Pl. LXXVII*, *fig.* 58.

En effet, un corps qui est sur un *Plan incliné*, tend, en vertu de sa pesanteur, à tomber suivant la verticale *QF*; mais il ne peut tomber dans cette direction à cause du *Plan* qui s'y oppose. Or l'action de la pesanteur, suivant *QF*, est composée de deux autres actions; l'une suivant *QG*, perpendiculaire à *AC*; l'autre suivant *QE*, dans la direction de *AC*: l'effort suivant *QG* étant perpendiculaire à *AC*, est détruit et soutenu par le *Plan*; et il ne reste plus que l'effort suivant *QE*, avec lequel le corps tend à tomber ou à glisser le long du *Plan*, et glisseroit effectivement si quelque puissance ne le retenoit pas. Or l'effort *QE* avec lequel le corps

tend à tomber, est plus petit que l'effort absolu de la pesanteur suivant QF, parce que l'hypoténuse QF du triangle rectangle QFE est plus grande que le côté QE; ainsi on voit que le corps D tend à glisser sur le *Plan* avec une force moindre que sa pesanteur, et que le *Plan* en soutient une partie. De plus, les triangles QEF, ACB sont semblables; car les angles en E et en B sont droits, et l'angle Q est égal à l'angle A; d'où il suit que QE est à QF, comme AB est à AC; donc l'effort du poids pour glisser est à son poids absolu, comme la hauteur du *Plan* est à sa longueur; donc la puissance nécessaire pour vaincre la tendance du poids à glisser, est au poids D dans le même rapport de la hauteur du *Plan* à sa longueur. D'où il suit, 1°. que le corps D ne pesant sur le *Plan incliné* qu'avec sa pesanteur respective ou relative, le poids L appliqué dans une direction verticale, le retiendra ou le soutiendra, pourvu que sa pesanteur soit à celle du corps D comme la hauteur BA du *Plan* est à sa longueur AC.

2°. Si l'on prend pour sinus total la longueur du *Plan* CA, AB sera le sinus de l'angle d'inclinaison ACB; c'est pourquoi la pesanteur absolue du corps est à sa pesanteur respective, suivant le *Plan incliné*, et le poids D est aussi au poids L, agissant suivant la direction LA ou AD sur le poids D qu'il soutient, comme le sinus total est au sinus de l'angle d'inclinaison.

3o. Les pesanteurs respectives du même corps sur différens *Plans inclinés*, sont l'une à l'autre comme les sinus des angles d'inclinaison.

4°. Plus l'angle d'inclinaison est grand, plus aussi est grande la pesanteur respective.

5°. Ainsi dans un *Plan* vertical, où l'angle d'inclinaison est le plus grand, puisqu'il est formé par une perpendiculaire, la pesanteur respective est égale à la pesanteur absolue; et dans un *Plan* horizontal, où il n'y a aucune inclinaison, la pesanteur respective s'anéantit totalement.

II. Pour trouver le sinus de l'angle d'inclinaison que doit avoir un *Plan*, afin qu'une puissance donnée y

puisse soutenir un poids donné, dites : le poids donné est à la puissance donnée, comme le sinus total est au sinus de l'angle d'inclinaison du *Plan* : ainsi, supposant qu'un poids de 1000 kiliogrammes doive être soutenu par une puissance de 50, on trouvera que l'angle d'inclinaison doit être de 2 degrés 52 minutes.

Au reste, nous supposons, dans toute cette théorie, que la puissance tire parallèlement à *AC*, c'est-à-dire, à la longueur du *Plan* ; et c'est la manière la plus avantageuse dont elle puisse être appliquée.

III. Si le poids *L* descend selon la direction perpendiculaire *AB*, en élevant le poids *D* dans une direction parallèle au *Plan incliné*, la hauteur de l'élévation du poids *D* sera à celle de la descente du poids *L* comme le sinus de l'angle d'inclinaison *C* est au sinus total.

D'où il suit, 1°. que la hauteur de la descente du poids *L* est à la hauteur de l'élévation du poids *D* réciproquement, comme le poids *D* est au poids équivalent *L*.

2°. Que des puissances sont égales, lorsqu'elles élèvent des poids à des hauteurs qui sont réciproquement proportionnelles à ces poids ; et c'est ce que *Descartes* prend comme un principe par lequel il démontre les forces des machines.

On voit aussi la raison pourquoi il est beaucoup plus difficile de tirer un chariot chargé sur un *Plan* incliné que sur un *Plan* horizontal, parce qu'on a à vaincre une partie du poids qui est à la pesanteur totale dans le rapport de la hauteur du *Plan* à sa longueur.

IV. Les poids *E*, *F*, *fig.* 53, *n°.* 2., qui pèsent également sur des *Plans inclinés*, *AC*, *CB*, de même hauteur *CD*, sont l'un à l'autre comme les longueurs des *Plans AC*, *CB*.

Stévin a donné une espèce de démonstration expérimentale de théorême : nous l'ajouterons ici à cause qu'elle est facile et assez ingénieuse. Sur un triangle *GIH*, *fig.* 59, mettons une chaîne dont les parties ou chaînons soient tous uniformes et également pesans. Il est évident que les parties *GK*, *KH*, se balanceront l'une l'autre. Si donc *IH* ne balançoit pas *GI*, la partie

plus pesante l'emporteroit, et par conséquent il s'ensuivroit un mouvement perpétuel de la chaîne autour du triangle *G I H;* mais, comme cela est impossible, il est clair que les parties de la chaîne *I H*, *G I*, et par conséquent tous les autres corps, qui sont comme les longueurs des *Plans I H* et *I G*, se balanceront l'un l'autre.

V. Un corps pesant descend sur un *Plan incliné* avec un mouvement uniformément accéléré. En effet, il doit descendre suivant la même loi que les corps graves qui tombent verticalement, avec cette seule différence qu'il descend avec une pesanteur moindre. (*Voyez* MOUVEMENT *et* ACCÉLÉRATION).

D'où il suit, 1°. que les espaces de la descente sont en raison doublée des temps, de même qu'en raison doublée des vîtesses; c'est pourquoi les espaces parcourus en temps égaux, croissent comme les nombres impairs, 1, 3, 5, 7, 9, etc.

2°. L'espace parcouru par un corps pesant qui descend sur un *Plan incliné*, est la moitié de celui qu'il parcourroit dans le même temps avec la vîtesse acquise à la fin de sa chûte.

3°. Ainsi en général les corps pesans, en descendant sur des *Plans inclinés*, suivent les mêmes loix que s'ils tomboient perpendiculairement. Cette raison détermina *Galilée*, qui vouloit découvrir les loix du mouvement des corps dont la chûte est perpendiculaire, à faire ses expériences sur des *Plans inclinés*, à cause que le mouvement y est plus lent. Les théorêmes suivans vont nous apprendre celles qu'il y découvrit.

VI. Si un corps pesant descend sur un *Plan incliné*, sa vîtesse à la fin d'un temps donné quelconque, est à la vîtesse qu'il acquerroit en tombant perpendiculairement dans le même temps, comme la hauteur du *Plan incliné* est à sa longueur.

VII. L'espace parcouru par un corps pesant sur un *Plan incliné A D*, *fig.* 60, est à l'espace *A B* qu'il parcourroit en même temps dans un *Plan* perpendiculaire, comme la vîtesse du corps sur le *Plan incliné*, au bout d'un temps quelconque, est à la vîtesse que ce même

corps auroit acquise en tombant perpendiculairement durant le même temps.

D'où il suit, 1°. que l'espace parcouru sur le *Plan incliné*, est à l'espace qui seroit parcouru en temps égal dans un *Plan* perpendiculaire, comme la hauteur du *Plan AB* est à sa longueur *AC*, et par conséquent comme le sinus de l'angle d'inclinaison est au sinus total.

2°. Or, si de l'angle droit *B* l'on élève une perpendiculaire sur *AC*, on aura *AC*, *AB* :: *AB*, *AD*; donc un corps descendant sur un *Plan incliné* viendroit du point *A* en *D*, dans le même temps qu'il tomberoit en ligne perpendiculaire du point *A* au point *B*.

3°. C'est pourquoi étant donné l'espace de la descente perpendiculaire dans la hauteur du *Plan AB*; si on fait tomber une perpendiculaire du point *B* sur *AC*, on a l'espace *AD* qui doit être parcouru dans le même temps sur le *Plan incliné*.

4°. Pareillement étant donné l'espace *AD* parcouru sur le *Plan incliné*, on a l'espace *AB* qui seroit parcouru perpendiculairement dans le même temps, en abaissant une perpendiculaire qui rencontre le *Plan* vertical en *B*.

5°. D'où il suit que dans le demi-cercle *ADEF*, *fig.* 61, un corps descendra en un temps égal par tous les *Plans AD*, *AE*, *AF*, *AC*, c'est-à-dire, dans le même temps qu'il tomberoit par le diamètre *AB*, en le supposant perpendiculaire au *Plan* horizontal *LM*.

VIII. L'espace *AD*, *fig.* 60, parcouru sur un *Plan incliné AC*, étant donné, déterminer l'espace qui seroit parcouru dans le même temps, sur un autre *Plan incliné*. Du point *D*, abaissez une perpendiculaire *DB* qui rencontre la verticale *AB* au point *B*, la longueur *AB* sera l'espace que le corps parcourra pendant ce temps en tombant perpendiculairement : c'est pourquoi, si du point *B* on élève une perpendiculaire *BE* sur le *Plan AF*, *AE* sera la partie de ce *Plan incliné* que le corps parcourra dans le même temps qu'il tomberoit perpendiculairement du point *A* au point *B*, et

par conséquent dans le même temps qu'il parcourroit la partie *A D* dans l'autre *Plan incliné A C*.

Ainsi, puisque *A B* est à *A D* comme le sinus total est au sinus de l'angle d'inclinaison *C*, et que *A B* est à *A E* comme le sinus total est au sinus de l'angle d'inclinaison *F*, les espaces *A D*, *A E*, que le corps parcourt dans le même temps sur différens *Plans inclinés*, seront comme les sinus des angles d'inclinaison *C*, *F*, ou comme les pesanteurs respectives sur les mêmes *Plans*; et par conséquent aussi réciproquement, comme les longueurs des *Plans* d'égale hauteur *A C*, *A F*: d'où l'on voit que le problême peut être résolu de différentes manières par le calcul.

IX. Les vîtesses acquises dans le même temps sur différens *Plans inclinés*, sont comme les espaces parcourus dans le même temps. Il suit de là qu'elles sont aussi comme les sinus des angles d'inclinaison *C*, *F*, ou comme les pesanteurs respectives sur les mêmes *Plans*, et réciproquement comme les longueurs des *Plans A C*, *A F*, d'égale hauteur.

X. Quand un corps qui descend sur un *Plan incliné A C* arrive à la ligne horizontale *C B*, il a acquis la même vîtesse qu'il auroit acquise en descendant verticalement jusqu'à la même ligne horizontale *C B*.

Il suit de là qu'un corps pesant qui descend par différens *Plans inclinés A C*, *A G*, *A F*, a acquis la même vîtesse quand il arrive à la même ligne horizontale *C F*.

XI. Le temps de la descente le long d'un *Plan incliné A C* est au temps de la descente perpendiculaire par *A B*, comme la longueur du *Plan A C* est à sa hauteur *A B*; et les temps de la descente par différens *Plans inclinés* d'égale hauteur *A C*, *A G* sont comme les longueurs des *Plans*: car dans le mouvement uniformément accéléré lorsque les vîtesses finales sont égales, les temps sont entr'eux comme les espaces parcourus. C'est une suite des principes posés au mot ACCÉLÉRATION.

XII. Si le diamètre *A B* d'un cercle *fig.* 61, est perpendiculaire à la ligne horizontale *L M*, un corps des-

cendra d'un point quelconque de la circonférence *D*, *E*, le long des *Plans inclinés D B*, *E B*, *C B*, etc. dans le même temps qu'il descendroit par le diamètre *A B*; cela se déduit aisément des propositions précédentes.

Loix de l'ascension des corps sur des Plans inclinés.

I. Si un corps monte dans un milieu qui ne résiste point, suivant une direction quelconque, perpendiculairement, ou le long d'un *Plan incliné*, son mouvement sera uniformément retardé.

D'où il suit, 1°. qu'un corps qui monte perpendiculairement ou obliquement dans un milieu de cette nature, parcourt un espace soudouble de celui qu'il parcourroit dans le même temps sur un *Plan* horizontal avec une vitesse uniforme, égale à celle qu'il a au commencement de son mouvement.

2°. Les espaces parcourus en temps égaux par un corps qui remonte ainsi, décroissent dans un ordre renversé, comme les nombres impairs 7, 5, 3, 1; et quand la force imprimée est épuisée, le corps redescend par la force de la pesanteur.

3°. C'est pourquoi ces espaces sont dans un ordre renversé, comme les espaces parcourus en temps égaux, par un corps qui descend de la même hauteur. Car supposons le temps divisé en quatre parties; dans le premier moment, le corps *A* descend par l'espace 1, et *B* monte par 7; dans le second, *A* descend par 3, *B* monte par 5, etc.

4°. D'où il suit qu'un corps qui s'élève avec une certaine vîtesse, monte à une hauteur égale à celle d'où il faut qu'il tombe pour acquérir par sa chûte la vîtesse initiale avec laquelle il a monté.

5°. Donc réciproquement un corps qui tombe, acquiert, par sa chûte, une force propre à le faire remonter à la hauteur d'où il est tombé. (*Voyez* PENDULE).

II. Etant donné le temps qu'un corps emploie à monter à une hauteur donnée, déterminer l'espace parcouru à chaque instant. Supposez que le corps descende de cette même hauteur dans le même temps, et trouvez l'espace parcouru à chaque instant (*Voyez* MOUVEMENT *et* CHUTE DES CORPS); en prenant ces espaces dans

un ordre renversé, ils seront les mêmes que ceux que l'on cherche.

Supposez, par exemple, qu'un corps jeté perpendiculairement monte à une hauteur de 240 pieds (77936 millimètres) pendant le temps de 4 secondes, et que l'on démande les espaces qui sont parcourus dans les différens temps de cette ascension; si le corps étoit descendu, l'espace parcouru dans la première seconde, auroit été 15 pieds (4871 millimètres); dans la seconde 45 (14613); dans la troisième 75 (24355); dans la quatrième 105 (34097), etc. Par conséquent l'espace parcouru en remontant dans la première seconde sera 105 (34097); dans la seconde 75 (24355), etc.

III. Si un corps descend perpendiculairement par *A D*, *fig.* 62, *pl. LXXVIII*, ou dans toute autre surface *F E D*, et qu'avec la vitesse qu'il a acquise, il remonte le long d'une autre surface *C D* à des points d'égale hauteur; par exemple, en *C*, il aura la même vitesse. Cette proposition est encore une suite des précédentes sur les *Plans inclinés*.

La théorie du mouvement des corps sur des *Plans inclinés*, est un des points principaux de la mécanique.

Le P. *Sébastien* a trouvé une machine pour mesurer l'accélération d'un corps qui tombe sur un *Plan incliné*, et pour la comparer avec celle que l'on découvre dans la chûte des corps qui tombent en liberté. On en voit la description dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, 1699, *page* 343.

PLAN. (*Miroir*) (*Voyez* Miroir Plan).

PLANETAIRE. Instrument d'astronomie qui représente les différens mouvemens des corps célestes, soit par des aiguilles et des cadrans, soit par des cercles et des rouages, comme dans les sphères mouvantes.

Les *Planétaires* les plus connus sont ceux qu'on a appelés *Orréry*, du nom de milord *Orréry*, qui est le premier qui en ait fait construire en Angleterre, et qui en ait accrédité l'usage. Ces *Planétaires* sont d'une cherté prodigieuse; et l'on y voit tous les mouvemens à-la-fois, ce qui rend leur effet très-difficile à entendre pour les commençans.

Je vais donner la description d'un *Planétaire* beau-

coup plus simple, qui est celui dont l'*Abbé Nollet* a toujours fait usage. C'est une espèce de tambour de douze faces ou côtés (*Pl. LI, fig.* 1.), dans l'intérieur duquel est un assemblage de roues, que l'on met en jeu par le moyen d'une manivelle *M*. Le dessus de ce tambour est une platine de métal, ordinairement peinte en bleu : elle est mobile sur son centre, qui est traversé par une tige d'acier forée 1, longue d'environ un pouce et demi (40 millimètres), et revêtue de deux canons de cuivre 2 et 3, dont l'un 3 est plus court que l'autre 2. Ces deux canons, qui tournent librement l'un dans l'autre, et sur la tige d'acier, reçoivent successivement différentes pièces qui sont mises en mouvement par le rouage dont nous avons parlé ci-dessus.

Vers le bord de la platine bleue est un cercle *L* divisé en autant de parties qu'il y a de jours au mois de la lune, et au centre duquel passe encore une tige d'acier *a*, autour de laquelle se meut librement un canon de cuivre *c*. La tige et le canon reçoivent certaines pièces dont nous parlerons bientôt, et leur communiquent des mouvemens, quand on fait tourner la platine bleue. Cette platine tourne horizontalement dans un grand cercle qui forme le bord du tambour. Ce cercle a $1\frac{1}{2}$ pouce (40 millimètres) de largeur, et porte deux divisions *D* et *d*, l'une de 360 parties avec les 12 signes du zodiaque, et l'autre de 365 parties avec les 12 mois de l'année. Ce premier cercle est surmonté de deux autres tout-à-fait semblables et élevés parallèlement au-dessus de lui à la distance de 8 degrés chacun, pour comprendre toute la largeur de cette zone du ciel étoilé, qu'on nomme le *Zodiaque*, celui du milieu représentant l'*Écliptique*.

Les trois cercles sont percés d'un trou rond chacun au signe du Bélier, et c'est par-là qu'on fait descendre la tige de la manivelle *M* sur un quarré *C* qui déborde un peu le plan du second cercle, pour faire tourner la grande platine.

Quand on veut faire tourner les canons 2 et 3 avec les pièces dont ils sont chargés, on fait entrer la tige de la manivelle *M* dans un trou *B* pratiqué à celui des côtés du tambour où est peint le signe du Bélier. Pour

cela il faut faire répondre une marque ✣ qui est au bord de la platine bleue, justement à une pareille marque qui est au bord intérieur du premier grand cercle : alors la tige de la manivelle *M* entre sur un quarré qui se présente à elle, et par lequel elle mène le rouage intérieur.

La *fig.* 2 est un assemblage de boules noires et blanches qui représentent les planètes, tant primitives que secondaires, et au milieu une boule dorée *S* qui représente le soleil. La tige *A* se place dans la tige forée 1 (*fig.* 1), et toutes les planètes se trouvent ainsi renfermées dans le zodiaque. Cela représente une coupe diamétrale de notre Univers; de sorte que de tout le ciel étoilé on n'a réservé que cette bande qu'on nomme le zodiaque, le reste des deux hémisphères étant supposé supprimé.

La *fig.* 9 représente 2 tiges *B* et *C* dont l'une porte Mars ♂ et l'autre la terre ♁. La première *B* se place sur le canon 3 (*fig.* 1), et l'autre *C* sur le canon 2. Alors en faisant tourner la manivelle *M*, on observe les différens aspects de ces deux planètes. (*Voyez* ASPECT).

La *fig.* 10 représente les mêmes pièces, mais sur les tiges desquelles on a placé un index *IK*, afin de faire remarquer les différens lieux du ciel où Mars seroit apperçu, s'il étoit vu tantôt du soleil *S*, tantôt de la terre ♁.

Lorsqu'on veut représenter la courbe elliptique que décrivent les planètes autour du soleil, on fait usage de la pièce représentée *fig.* 8. dans laquelle *E* est la tige qui porte la planète *P* et qui se place sur le canon 3 (*fig.* 1). *F* (*fig.* 8.) est un barillet dans lequel est un ressort pareil à ceux de montre, qui tend à éloigner la planète *P* du soleil *S* : et *G* est une petite poulie dont le pivot se place dans un petit trou qui est près du centre de la platine bleue (*fig.* 1); on fait embrasser par une corde sans fin le barillet *F* (*fig.* 8), la poulie *G* et l'extrémité *E* de la pièce qui porte la planète *P*. Si l'on tourne la manivelle *M* (*fig.* 1,), on voit que la planète, en s'approchant et ensuite en s'éloignant du soleil

par des quantités symmétriques, décrit une ellipse dont le soleil occupe l'un des foyers.

Pour représenter la courbe épicycloïde que les anciens prétendoient être décrite par les planètes, on se sert de la pièce *fig.* 6. On place la poulie *D D* au centre de la platine bleue (*fig.* 1), et la pièce *F* (*fig* 6.) sur le canon 3 (*fig.* 1.) ayant soin que la corde sans fin *c c* (*fig.* 6.) soit croisée, et qu'elle embrasse d'une part la poulie *D D*, et d'autre part celle qui est à l'extrémité de la tige, et qui porte le rayon vecteur *R* et la planète *P*. En tournant la manivelle *M* (*fig.* 1.), on voit la planète *P* (*fig.* 6.) décrire cette espèce de courbe.

Si l'on veut représenter le mouvement de la terre dans l'écliptique, on place sur la platine bleue (*fig.* 1.) le cercle porté sur deux piliers *A*, *H* (*fig.* 5), et on le met bien parallèle au plan de la platine. On met sur le canon 3 (*fig.* 1.) la tige *H T* (*fig.* 5.) laquelle porte la boule *T* qui représente la terre. Cette boule, pendant toute sa révolution, ne sort pas du plan de l'écliptique. Mais si l'on vouloit représenter le mouvement d'une autre planète, il faudroit incliner le cercle *H h* (*fig.* 4.) suivant l'inclinaison de l'orbite de cette planète. De cette manière la tige *I*, qui porte la planète *P*, décrit un cercle dont le plan est oblique à celui de l'écliptique, et qui coupe ce dernier en deux points *H* et *h* diamétralement opposés, appelés *Nœuds* (*Voyez* Nœuds); ce qui fait que la planète prend une latitude tantôt méridionale, tantôt septentrionale. (*Voyez* Latitude des Astres).

Si l'on veut représenter les différens mouvemens de la terre, soit de rotation sur son axe, soit autour du soleil, on fait usage des pièces représentées *fig.* 3. *T* représente un globe terrestre armé d'un méridien et d'un horizon de cuivre, et dont l'axe prolongé au-delà du pole antarctique, tourne librement dans le milieu d'une espèce de cadran *C* divisé en 24 parties égales, et sous lequel est une roue dentée *R*. Cette roue qui est percée au centre, se place sur la tige *a* (*fig.* 1), qui excède le plan du cercle lunaire. Sur la tige forée 1, on place le soleil *S* (*fig.* 3.) et on le fait traverser par l'aiguille *V* portée sur le support *K*, et qui représente le rayon

solaire qui tombe perpendiculairement sur la terre *T*, dont l'axe est incliné de 23 $\frac{1}{2}$ degrés au plan de l'écliptique. Ensuite en plaçant la manivelle *M* (*fig.* 1.) sur le quarré *C* qui passe par les trous des grands cercles au signe du Bélier, on fait tourner la platine bleue avec tout cet appareil. Le diamètre de cette platine est représenté en *A A* (*fig.* 3), et les deux parties diamétralement opposées du zodiaque le sont par les deux lignes *AB*, *AD*.

Pour représenter les mouvemens de la lune, de l'appareil précédent il faut ôter l'aiguille *V*, et ajouter sous la roue dentée *R* les pièces *fig.* 7. en plaçant le canon *L* sur le canon *c* (*fig.* 1.) qui est au centre du cercle lunaire; et sur la tige d'acier *a* la roue dentée *R* (*fig.* 3.) qui par-là engrène la roue *R* (*fig.* 7.), laquelle engrène à son tour la roue *r*, sur l'axe prolongé de laquelle est porté le globe *l* qui représente la lune. On tourne ces pièces de façon que le globe *l* se trouve directement entre le centre de la terre *T* (*fig.* 3.) et le centre du soleil *S*. Si l'on tourne la manivelle *M* (*fig.* 1.) placée sur le quarré *C*, on remarque que, pendant que la terre avance d'environ un signe dans le zodiaque, la lune fait autour d'elle un tour entier, etc. *Nollet*, *Leç. de Phys. Tom.* 6, *pag.* 8, *et ss.*

Il est aisé de voir, par cette description, que ce *Planétaire* a un avantage considérable sur les sphères mouvantes. Dans celles-ci tout se trouve représenté à-la-fois; ce qui fait voir d'un coup-d'œil tout le système céleste en mouvement. C'est, il faut l'avouer, une chose agréable pour quiconque l'entend et le connoit déjà. Mais un instrument qui, comme notre *Planétaire*, exécute en particulier chaque espèce de mouvement et de révolution, et qui ne met sous les yeux du spectateur que ce qu'on a dessein de lui faire comprendre, paroît plus utile pour rendre sensibles les premiers principes d'astronomie à ceux qui n'en ont encore aucune notion, et qui ne les saisiroient qu'avec peine, si leur attention se trouvoit partagée.

PLANETE. Corps opaque à-peu-près sphérique et à-peu-près semblable à la terre, qui n'est point lumineux par lui-même, et qui ne devient visible que par la lu-

mière qu'il reçoit du soleil et qu'il réfléchit vers nous. Toutes les *Planètes* tournent, par un mouvement qui leur est propre, d'occident en orient, ou autour du soleil, ou autour d'un autre astre, en nous paroissant parcourir le zodiaque, de l'étendue duquel elles ne sortent jamais; puisque le plan de l'orbite que chacune décrit, est peu éloigné du plan de l'écliptique.

On divise les *Planètes* en deux classes. Celles de la première classe se nomment *Planètes primitives*, ou *principales*, ou *du premier ordre;* elles sont au nombre de sept, savoir, *Mercure*, *Vénus*, *la Terre*, *Mars*, *Jupiter*, *Saturne et Herschell*. Toutes celles-ci tournent autour du soleil. Celles de la seconde classe s'appellent *Planètes secondaires*, ou *subalternes*, ou *du second ordre*, ou autrement *Satellites* ou *Lunes;* on en compte 20; savoir, une qui tourne autour de la terre et qui porte spécialement le nom de *Lune*; quatre qui tournent autour de Jupiter; sept qui tournent autour de Saturne, et huit qui tournent autour d'Herschell. Ces 19 dernières portent principalement le nom de *Satellites*, et ne se distinguent entr'elles que par leur plus ou moins grand degré d'éloignement à leur *Planète principale* : de sorte que celle qui en est la plus proche, s'appelle *premier Satellite*; la suivante, *second Satellite*, et ainsi des autres, suivant leur degré d'éloignement. La lune a été connue de tout temps, à cause de sa grandeur apparente et de sa grande proximité de la terre : au lieu que les 19 autres satellites n'ont été découverts que depuis l'invention des lunettes, instrumens sans lesquels on ne peut les appercevoir, à cause de leur petitesse apparente et de leur grand éloignement de la terre. (*Voyez* SATELLITES).

On divise les *Planètes principales* en *supérieures* et en *inférieures* : cette division est relative à leur distance au soleil, comparée à la distance de la terre au même astre. Les *Planètes supérieures* sont *Mars*, *Jupiter*, *Saturne* et *Herschell*, qui sont plus éloignées du soleil que ne l'est la terre, et qui en conséquence embrassent cette dernière dans leur révolution; c'est pourquoi nous les voyons, tantôt du côté du soleil, tantôt du côté opposé. Les *Planètes inférieures* sont *Vénus* et *Mercure*

qui sont plus proches du soleil que ne l'est la terre, et qui par conséquent n'embrassent jamais cette dernière dans leur révolution ; c'est pourquoi nous les voyons toujours du côté du soleil et jamais du côté opposé, parce que nous ne nous trouvons jamais entr'elles et le soleil.

Le mouvement propre de chacune des sept *Planètes principales* se fait d'occident en orient, sur une orbite elliptique, à l'un des foyers de laquelle se trouve le soleil. Aucunes de ces orbites ne sont dans le même plan ; celle de la terre est dans le plan même de l'écliptique : toutes les autres y sont différemment inclinées, comme on le peut voir par la table suivante.

Table de l'Inclinaison des orbites des sept Planètes principales à l'Ecliptique.

Noms des Planètes.	*Degrés.*	*Minutes.*	*Secondes.*
Mercure	6 . . .	55 . . .	30
Vénus	3 . . .	23 . . .	10
La Terre.	0 . . .	0 . . .	0
Mars	1 . . .	50 . . .	47
Jupiter.	1 . . .	19 . . .	38
Saturne.	2 . . .	30 . . .	40
Herschell.	0 . . .	46 . . .	12

Le mouvement propre de la lune se fait d'occident en orient sur une orbite elliptique, à l'un des foyers de laquelle se trouve la terre. Cette orbite n'est pas toujours également inclinée à l'écliptique ; cette inclinaison n'est jamais moindre de 5 degrés 1 minute, et elle peut monter jusqu'à 5 degrés 17 minutes : de sorte qu'on y apperçoit une variation de 16 minutes. (*Voyez* LUNE).

Le mouvement propre de chacun des satellites de Jupiter et de Saturne se fait, de même que celui de toutes les autres *Planètes*, suivant l'ordre des signes, sur une orbite elliptique, à l'un des foyers de laquelle se trouve la *Planète principale* du satellite : et en outre chaque satellite est emporté d'un mouvement commun avec

avec sa *Planète principale*, dans la révolution qu'elle fait autour du soleil. Les orbites des 4 satellites de Jupiter, sont inclinées à celle de Jupiter de 2 degrés 55 minutes : on a cependant jugé l'inclinaison des orbites du second et du troisième satellites un peu plus grande. Les orbites des 4 premiers satellites de Saturne sont inclinées à l'écliptique de 31 degré 20 minutes, mais l'orbite du cinquième satellite n'est inclinée à l'écliptique que d'environ 15 degrés et demi.

Les distances des sept *Planètes principales* au soleil sont très-différentes les unes des autres. Mercure est de toutes les *Planètes* la plus proche du soleil, Herschell en est la plus éloignée. En supposant que la moyenne distance de la terre au soleil contient 1000000 parties, on trouvera dans la table suivante les distances proportionnelles des autres *Planètes* au soleil. Et, connoissant l'excentricité de l'orbe de chacune des *Planètes*, c'est-à-dire, la moitié de la différence de leur plus grande distance à leur plus petite, on connoîtra aisément leurs distances au soleil dans l'aphélie et dans le périhélie.

Table des distances des sept Planètes principales au Soleil, en parties, dont la moyenne distance de la Terre au Soleil en contient 1000000.

Noms des Planètes.	*Distance moyenne.*	*Excentricité en 1000000 de la distance de la Terre.*	*Distance en Aphélie.*	*Distance en Périhélie.*
Mercure...	387100	79700	466800	307400
Vénus.....	723330	5050	728380	718280
La Terre..	1000000	16850	1016850	983150
Mars.....	1523690	141700	1665390	1381990
Jupiter....	5200980	250780	5451760	4950200
Saturne....	9540070	543810	10083880	8996260
Herschell..	19081800	47587	19129387	19034213

Si nous supposons maintenant que les 1000000 parties que contient la moyenne distance de la terre au

soleil, valent 34761680 lieues, nous aurons les différentes distances des six *Planètes principales* au soleil, exprimées en lieues communes de France de 25 au degré chacune, comme on peut le voir dans la table suivante.

Table des distances des sept Planètes principales au Soleil, en lieues de 25 au degré chacune.

Noms des Planètes.	*Distances moyennes.*	*Distances en Aphélie.*	*Distances en Périhélie.*
Mercure . . .	13456246	16226752	10685740
Vénus	25144166	25319712	24968620
La Terre . . .	34761680	35347414	34175946
Mars	52966024	57891754	48040294
Jupiter	180794802	189512336	172077268
Saturne. . . .	331628860	350532609	312725111
Herschell. . .	663315425	664969629	661661221

Nous venons de voir que les excentricités des orbes des sept *Planètes principales* sont très-différentes les unes des autres. Celle de l'orbe de Mercure est la plus grande de toutes; d'où il suit que son orbe est très-sensiblement elliptique : au contraire celle de l'orbe d'Herschell est la plus petite de toutes; ce qui fait voir que son orbe est très-peu elliptique et fort approchant du cercle. En conséquence, la différence qu'il y a de leur plus grande distance au soleil à leur plus petite distance, varie dans le même rapport, comme on peut le voir par la table suivante, qui donne ces différences à peu de choses près.

Table des différences des plus grandes aux plus petites distances des sept Planètes principales au Soleil.

Noms des Planètes.	*Plus grandes distances.*	*Plus petites distances.*	*Différences.*
Mercure.	3 . . .	2 . . .	$\frac{1}{3}$
Vénus.	72 . . .	71 . . .	$\frac{1}{72}$
La Terre	30 . . .	29 . . .	$\frac{1}{30}$
Mars	6 . . .	5 . . .	$\frac{1}{6}$
Jupiter	11 . . .	10 . . .	$\frac{1}{11}$
Saturne	9 . . .	8 . . .	$\frac{1}{9}$
Herschell	201 . . .	200 . . .	$\frac{1}{200}$

Les distances des *Planetes secondaires* à leur *Planète principale* différent aussi les unes des autres. La moyenne distance de la lune à la terre est de 84515 lieues de 25 au degré chacune : et l'excentricité de son orbe étant de 5505 parties dont la moitié du grand axe en contient 100000, sa distance dans l'apogée est d'environ 89167 $\frac{1}{2}$ lieues ; et dans le périgée elle n'est que d'environ 79862 $\frac{1}{2}$ lieues. De sorte que sa plus grande distance est à sa plus petite à-peu-près comme 19 est à 17, dont la différence est $\frac{1}{19}$.

Les différentes distances des 4 satellites de Jupiter à leur *Planète principale* sont exprimées dans la table suivante en demi-diamètres de Jupiter et en centièmes du demi-diamètre ; et le demi-diamètre de Jupiter étant de 16322 lieues, on a ces distances en lieues à peu de choses près.

Table des moyennes distances des Satellites de Jupiter à leur Planète principale, en demi-diamètres de Jupiter, et en lieues de 25 au degré chacune.

Satellites.	*Distances en demi-diamètre de Jupiter.*	*Distances en lieues.*
I.	5 $\frac{67}{100}$	92540
II.	9	146898
III.	14 $\frac{38}{100}$	234710
IV.	25 $\frac{10}{100}$	412946

Les différentes distances des 5 Satellites de Saturne à leur *Planète principale*, sont exprimées dans la table suivante en demi-diamètres de l'anneau de Saturne, et en centièmes de ce demi-diamètre ; et le demi-diamètre de l'anneau de Saturne étant de 33756 lieues, on a ces distances en lieues à peu de choses près.

Table des moyennes distances des Satellites de Saturne à leur Planète principale, en demi - diamètres de l'anneau de Saturne et en lieues de 25 au degré chacune.

Satellites.	*Distances en demi-diamètre de l'Anneau.*	*Distances en lieues.*
I	1 $\frac{91}{100}$	65149
II	2 $\frac{47}{100}$	83377
III	3 $\frac{41}{100}$	116458
IV	8	270048
V	23 $\frac{21}{100}$	884152
VI	1 $\frac{3}{100}$	44043
VII	1 $\frac{67}{100}$	56390

Satellites d'Herschell.

I	106165 $\frac{1}{2}$
II	126401 $\frac{1}{3}$

Le grand axe de l'orbe des *Planètes*, comparé au grand axe de l'orbe de la terre, est dans le même rapport que la moyenne distance des *Planètes* au soleil, comparée à la moyenne distance de la terre au même astre. Ainsi, en supposant le grand axe de l'orbe de la terre composé de 100 parties égales, le grand axe de l'orbe de Mercure contient environ 39 de ces parties, le grand axe de l'orbe de Vénus en contient environ 72 : le grand axe de l'orbe de Mars en contient environ 152 : le grand axe de l'orbe de Jupiter en contient environ 520 : le grand axe de l'orbe de Saturne en contient environ 954 : et le grand axe de l'orbe d'*Herschell* environ 1908.

Les *Planètes* achèvent leurs révolutions dans des temps d'autant plus longs qu'elles sont plus éloignées du soleil, comme on peut le voir par la table suivante.

Table de la durée des Révolutions des Planètes autour du Soleil.

Noms des Planètes.	*Durée des Révolutions en années, jours, heures, etc. En secondes.*						
	Ann.	Jours.	Heur.	Min.	Sec.		
Mercure		87	23	59	14	*ou*	7603154
Vénus		224	16	39	4		19413544
La Terre		365	5	48	45 ½		31556925½
Mars	1	321	22	18	39		59350719
Jupiter	11	315	14	36			374164560
Saturne	29	162	15				928594800
Herschell	83	150	18				2630512800

Le moyen mouvement, soit annuel, soit journalier, des *Planètes* est dans le même rapport que la durée de leur révolution : de sorte que celles qui l'achèvent dans un temps plus court, ont un mouvement plus grand, c'est-à-dire, parcourent, dans un temps donné, un plus grand nombre de degrés, comme on le peut voir par la table suivante.

Table du moyen mouvement annuel et journalier des Planètes.

Noms des Planètes.	*Moyen mouvement.*									
	Annuel.					*Journalier.*				
	Sign.	Deg.	Min.	Sec.	Tiere.	D.	M.	S.	T.	Q.
Mercure	49	23	13	11	39	4	5	32	34	47
Vénus	19	14	47	45		1	36	8		
La Terre	12						59	8	20	
Mars	6	11	17	9	30		31	26	38	
Jupiter	1	0	20	31	50		4	59	16	
Saturne		12	13	33			2	0	35	
Herschell		4	18	57	8			42	34	3

On entend par moyen mouvement annuel, celui qui a lieu autour du soleil dans l'espace d'une année commune, c'est-à-dire, dans l'espace de 365 jours de temps moyen. J'ai cependant mis dans la table précédente le mouvement que fait la terre pendant la durée d'une année solaire entière.

La connoissance de l'étendue de la révolution des *Planètes* et du temps qu'elles emploient à la faire, nous apprennent combien leurs mouvemens sont rapides. Elles parcourent plusieurs lieues par seconde de temps, comme on le peut voir par la table suivante, qui exprime leur vîtesse moyenne, pour une seconde de temps, en toises et en lieues de vingt-cinq au degré chacune.

Table des Espaces que parcourent les Planètes par seconde de temps.

Noms des Planètes.	*Espaces parcourus par secondes.* *Toises.*	*Lieues.*
Mercure environ	25397 $\frac{1}{2}$	ou plus de 11
Vénus	18586	ou plus de 8 $\frac{1}{8}$
La Terre. . . .	15807	ou près de 7
Mars	12806 $\frac{1}{2}$	ou plus de 5 $\frac{1}{2}$
Jupiter	6095 $\frac{4}{5}$	ou plus de 3
Saturne.	5123 $\frac{1}{3}$	ou près de 2 $\frac{1}{4}$
Herschell	3618 $\frac{1}{2}$	ou plus de 1 $\frac{1}{2}$

On voit, par cette table, que les *Planètes* ont un mouvement réel d'autant plus rapide, qu'elles sont plus voisines du soleil; puisque Mercure, qui en est le plus proche, parcourt plus de 11 lieues par seconde de temps, tandis que Herschell qui en est le plus éloigné, ne parcourt guère plus de une lieue et demie en pareil temps.

Les *Planètes du second ordre* achèvent aussi leurs révolutions dans des temps d'autant plus longs qu'elles sont plus éloignées de leur *Planète principale*.

La révolution moyenne de la lune autour de la terre s'achève dans l'intervalle de 27 jours 7 heures 43 mi-

nutes 5 secondes, ou, ce qui est la même chose, dans l'intervalle de 2360585 secondes. Cette révolution est ce qu'on appelle *Révolution périodique* ou *Mois périodique*. C'est celle que fait la lune autour de la terre à l'égard d'un même point de l'écliptique. Mais il y en a une autre qu'on appelle *Révolution* ou *Mois synodique*, qui est celle que fait la lune, par exemple, depuis sa conjonction avec le soleil jusqu'à la conjonction suivante. Celle-ci s'achève dans l'intervalle de 29 jours 12 heures 44 minutes 3 secondes 20 tierces. (*Voyez* LUNE).

D'après cela il est aisé de connoître les moyens mouvemens de la lune pour une année, pour un jour, pour une heure, pour une minute et pour une seconde. On les trouvera dans la table suivante.

Table des moyens mouvemens de la Lune.

Moyen mouvement.

	Signes.	Deg.	Min.	Sec.	Tier.	Quart.	Quint.
Annuel	160	12	43	34	15	55	43 $\frac{1}{2}$
Journalier. . . .		13	10	34	40		
Horaire			32	56	27	00	
Pour une minute.				32	56	27	00
Pour une seconde.					32	56	27

D'où il suit que la lune, vu l'étendue de sa révolution, parcourt environ 513 $\frac{3}{4}$ toises, ou près d'un quart de lieue par seconde de temps.

On peut voir, dans la table suivante, la durée des révolutions moyennes des satellites de Jupiter autour de cette *Planète*, à l'égard d'un point fixe dans le ciel.

Table de la durée des Révolutions des Satellites de Jupiter, autour de leur Planète principale.

Satellites.	*Durée des Révolutions en jours, heures, etc.*					*En secondes.*
	Jours	Heur.	Min.	Sec.		
I	1	18	27	33	*ou*	152853
II	3	13	13	42		306822
III	7	3	42	33		618153
IV	16	16	32	8		1441928

Le moyen mouvement, soit journalier, soit annuel, des satellites de Jupiter est dans le même rapport que la durée de leur révolution; de sorte que ceux qui l'achèvent dans un temps plus court, ont un mouvement plus grand, c'est-à-dire, parcourent dans un temps donné un plus grand nombre de degrés : c'est ce que fait voir la table suivante.

Table du moyen mouvement journalier et annuel des satellites de Jupiter.

Satellites.	*Moyen mouvement.*								
	Journalier.					*Annuel.*			
	Sig.	D.	M.	Sec.		Sig.	D.	M.	Sec.
I . . .	6	23	29	20	. . .	3	23	26	40
II . . .	3	11	22	29	. . .	9	11	46	25
III . . .	1	20	13	3	. . .	10	5	3	15
IV . . .		21	34	16	. . .	10	13	27	20

On trouvera de même dans la table suivante la durée des révolutions moyennes des satellites de Saturne autour de cette *Planète*, à l'égard du premier point du Bélier.

Table de la durée des Révolutions des satellites de Saturne, autour de leur Planète principale.

Satellites.	*Durée des Révolutions en jours, heures, etc.*				*En secondes.*
	Jours.	Heur.	Min.	Sec.	
I.	1	21	18	27 *ou*	163107
II.	2	17	44	22	236662
III.	4	12	25	12	390312
IV.	15	22	34	38	1377278
V.	79	7	47		6853620
VI.		22	40	46	81646
VII.	1	8	53	9	118389

Le moyen mouvement, soit journalier, soit annuel, des satellites de Saturne est dans le même rapport que la durée de leur révolution : de sorte que ceux qui l'achèvent dans un temps plus court, ont un mouvement plus grand, c'est-à-dire, parcourent, dans un temps donné, un plus grand nombre de degrés, comme on le peut voir par la table suivante.

Table du moyen mouvement journalier et annuel des satellites de Saturne.

Satellites.	*Moyen Mouvement.*							
	Journalier.				*Annuel.*			
	Sign.	Deg.	Min.	Sec.	Sign.	Deg.	Min.	Sec.
I.	6	10	41	51	4	4	35	15
II.	4	11	32	5	4	10	10	25
III.	2	19	41	25	9	16	57	5
IV.		22	34	37	10	20	35	5
V.		4	32	18	7	6	29	30

Dans les précédentes tables du moyen mouvement annuel des satellites de Jupiter et de Saturne, on a fait abstraction des révolutions entières, et l'on n'a mis que l'excédent de ces révolutions.

La connoissance de l'étendue de la révolution des satellites de Jupiter et de Saturne, et du temps qu'ils emploient à la faire, nous apprennent quelle est la rapidité de leurs mouvemens. La plupart parcourent plusieurs lieues par seconde de temps, comme on le peut voir par les deux tables suivantes, qui expriment leur vitesse moyenne pour une seconde de temps, en toises et en lieues de 25 au degré chacune.

Table des espaces que parcourent les satellites de Jupiter, par seconde de temps.

Satellites.	*Espaces parcourus par seconde.* Toises.	Lieues.
I . . . . environ	8688 ou près de	4
II	6871 ou plus de	3
III	5449 ou plus de	2 3/8
IV	4110, ou	1 4/5

Table des espaces que parcourent les satellites de Saturne, par seconde de temps.

Satellites.	*Espaces parcourus par seconde.* Toises.	Lieues.
I . . . . environ	5732 ou plus de	2 1/2
II	5056 ou plus de	2 1/5
III	4282 ou	1 7/8
IV	2814 ou près de	1 1/4
V	1851 ou plus de	4/5
VI	7741 ou plus de	3 1/3
VII	6835 ou plus de	3

On voit, par ces deux tables, que les satellites de Jupiter et de Saturne ont, de même que les *Planètes primitives*, un mouvement réel d'autant plus rapide, qu'ils sont plus voisins de leur *Planète principale*; puisque le premier satellite de Jupiter, qui en est le plus proche, parcourt près de 4 lieues par seconde de temps, tandis que le quatrième satellite, qui en est le plus éloigné, ne parcourt guère plus d'une lieue quatre-cinquièmes en pareil temps. De même le premier satel-

lite de Saturne, qui est ici placé le sixième, et qui en est le plus proche, parcourt plus de trois lieues et un tiers par seconde de temps, tandis que le cinquième satellite, qui en est le plus éloigné, ne parcourt guère plus de quatre cinquièmes de lieue en pareil temps.

Outre leur révolution autour du soleil, qu'on appelle *Révolution périodique*, les *Planetes primitives* tournent encore sur leur axe d'occident en orient; et elles emploient des temps différens à ce mouvement de rotation, comme on le peut voir par la table suivante.

Table de la durée de la Rotation des Planètes primitives, sur leur axe.

Noms des Planètes.	*Durée des Rotations en heures, minutes, etc.*				*En secondes.*
Mercure	inconnue.				
	Heur.	Min.	Sec.		
Vénus.	23	20		*ou*	84000
La Terre. . .	23	56	4		86164
Mars	24	40			88800
Jupiter	9	56			35760
Saturne.	inconnue.				
Herschell.	inconnue.				

Comme ce sont les taches qu'on a observées sur la surface des *Planètes*, qui, en changeant de situation, ont fait connoître le mouvement de rotation des *Planètes* sur leur axe et la durée de ce mouvement, il ne s'est rien trouvé qui ait donné lieu de déterminer ce mouvement ni dans Mercure, ni dans Saturne, ni dans Herschell; parce que le premier est si près du soleil et si fortement illuminé, et les deux autres au contraire, à cause de leur grand éloignement, sont si peu éclairés que leurs taches, s'ils en ont, échappent aux observateurs, ou ne se montrent point assez pour les mettre en état de vérifier leur mouvement de rotation. On peut cependant conclure, par analogie, qu'ils en ont un, comme les autres *Planètes*.

En conséquence de ce mouvement de rotation sur leur axe, les *Planètes* acquièrent une force centrifuge,

qui est plus grande pour les parties qui sont sous leur équateur, que pour celles qui sont plus voisines de leurs poles : car les premières décrivent un plus grand cercle que les autres en pareil temps. La force centrifuge qu'acquiert chaque point de l'équateur des *Planètes*, est aussi d'autant plus grande, que leur diamètre est plus considérable, et la durée de leur rotation plus courte ; car alors chacun de ces points parcourt un plus grand espace dans un temps donné, comme on le peut voir par la table suivante.

Table des espaces que parcourt chaque point de l'équateur des Planètes primitives, par seconde de temps.

Noms des Planètes.	*Espaces parcourus par secondes.*	
Mercure.	inconnus.	
Vénus, environ	238 Toises ou	264 $\frac{3}{4}$ Mèt.
La Terre. . . .	239 $\frac{1}{3}$	467 $\frac{1}{3}$
Mars	155 $\frac{1}{5}$	302 $\frac{1}{2}$
Jupiter	6792 $\frac{1}{2}$	13233 $\frac{1}{2}$
Saturne	inconnus.	
Herschell . . .	inconnus.	

On voit que chaque point de l'équateur de Jupiter a un mouvement très-rapide ; ce qui a dû lui donner la figure d'un sphéroïde applati vers les poles et surhaussé vers l'équateur, comme la même cause l'a donnée à la terre. (*Voyez* TERRE). En effet, l'applatissement de Jupiter est très-sensible ; et les observations les plus récentes donnent le rapport de 13 à 14 entre le diamètre de Jupiter d'un pole à l'autre, et le diamètre de son équateur.

Il est vraisemblable que toutes les *Planètes du second ordre* ont aussi, comme celles du *premier ordre*, un mouvement de rotation sur leur axe. Notre lune en a un, mais qui est très-lent, en comparaison de ceux des *Planètes primitives*. Il ne s'achève qu'en 27 jours 7

heures 43 minutes 5 secondes. Et, comme elle met précisément ce temps-là à faire sa révolution périodique autour de la terre, il arrive de cet accord qu'elle nous présente toujours la même partie de sa surface. En conséquence de ce mouvement, chaque point de l'équateur de la lune parcourt environ 15 pieds ($4\frac{7}{8}$ mètres) par seconde de temps. Il est cependant vrai de dire que la lune ne tourne point sur son axe relativement à son orbite.

A l'égard du mouvement de rotation des satellites de Jupiter, de Saturne et d'Herschell sur leur axe, on ne peut que le regarder comme très-vraisemblable; car on n'a pu jusqu'à présent s'en assurer, et encore moins en déterminer la durée.

Le lieu de l'aphélie des *Planètes*, c'est-à-dire, le point de leur orbite dans lequel elles se trouvent dans leur plus grand éloignement du soleil, n'est pas constamment dans le même point du ciel : il avance chaque année, à la vérité d'une très-petite quantité, d'occident en orient. Nous avons mis, dans la table suivante, ce lieu déterminé par *Cassini* pour l'année 1750, ainsi que son moyen mouvement annuel, suivant le même astronome.

Table du lieu de l'Aphélie des Planètes primitives pour l'année 1750, et de son moyen mouvement annuel.

Noms des Planètes.	*Lieu de l'Aphélie.*				*Mouvement annuel.*		
	Sign.	Deg.	Min.	Sec.	Min.	Sec.	Tierc.
Mercure	8	13	41	18	1	20	
Vénus	10	7	38		1	26	
Mars	5	1	36	9	1	11	47 $\frac{1}{2}$
Jupiter	6	10	14	33	0	57	24
Saturne	8	29	13	31	1	18	
Herschell	11	23	22	59	en 1782.		

Le lieu de l'aphélie de la terre est à 9 signes 8 degrés et environ 50 minutes; mais son moyen mouve

ment annuel n'est pas bien déterminé. Suivant les observations de plusieurs astronomes, ce mouvement est tantôt plus grand et tantôt plus petit de 50 secondes: ces variétés ont fait croire à quelques astronomes que ce mouvement apparent étoit causé, de même que celui des étoiles fixes, par la précession des équinoxes. (*Voyez* PRECESSION DES EQUINOXES).

Le lieu de l'apogée de la lune a un mouvement beaucoup plus considérable que celui du lieu de l'aphélie des *Planètes primitives;* car il fait le tour du ciel, ou achève sa révolution dans l'espace de 3231 jours 8 heures, ou 8 années communes 311 jours 8 heures, suivant *Cassini.* Ce qui donne son moyen mouvement annuel de 1 signe 10 degrés 39 minutes 52 secondes : et son moyen mouvement journalier de 6 minutes 41 secondes à fort peu de choses près.

Le lieu du nœud ascendant des *Planètes*, c'est-à-dire, le point de leur orbite qui coupe l'écliptique, dans leur passage de la partie méridionale à la partie septentrionale du ciel, n'est pas constamment dans le même point du ciel, non plus que le lieu de leur aphélie : il avance tous les ans, à la vérité d'une très-petite quantité, d'occident en orient. Nous avons mis, dans la table suivante, ce lieu déterminé par *Cassini* pour l'année 1750, ainsi que son moyen mouvement annuel.

Table du lieu du Nœud ascendant des Planètes primitives pour l'année 1750, et de son moyen mouvement annuel.

Noms des Planètes.	*Lieu du Nœud ascendant.*				*Mouvement annuel.*		
	Sign.	Deg.	Min.	Sec.	Sec.	Tier.	Quar.
Mercure	1	15	25	20	51		
Vénus	2	14	27	45	34		
Mars	1	17	45	45	34	32	
Jupiter	3	7	49	57	24	37	28
Saturne	3	22	1	4	45		
Herschell	2	13	1	0, en 1782.			

Le lieu des nœuds de la lune a un mouvement très-prompt, de même que le lieu de son apogée; car il fait le tour du ciel, ou achève sa révolution dans l'espace de 6798 jours 7 heures, ou 18 années communes 228 jours 7 heures : ce qui donne son moyen mouvement annuel de 19 degrés 19 minutes 45 secondes, et son moyen mouvement journalier de 3 minutes 10 secondes et environ 39 tierces. Mais ce mouvement des nœuds de la lune se fait contre l'ordre des signes et en rétrogradant, c'est-à-dire, d'orient en occident.

Le lieu du nœud ascendant de chaque satellite de Jupiter a été déterminé pour l'année 1750, comme on le peut voir dans la table suivante.

Table du lieu du Nœud ascendant des satellites de Jupiter, pour l'année 1750.

Satellites.	*Lieu du Nœud Ascendant.*		
	Signes.	Deg.	Min.
I.	10	14	30
II.	10	11	48
III.	10	16	3
IV.	10	16	6

Quant au moyen mouvement annuel de ces nœuds, il n'a pas paru sensible depuis le commencement de ce siècle. Il faut cependant en excepter celui des nœuds du quatrième satellite, qui a paru être de 5 minutes 33 secondes par année.

Le lieu du nœud des quatre premiers satellites de Saturne se trouve dans le même point du ciel, et il a été déterminé par *Cassini* à 5 signes 22 degrés. Mais le lieu du nœud du cinquième satellite se trouve à 5 signes 5 degrés, moins avancé de 17 degrés que celui des quatre autres.

Le diamètre apparent des *Planètes* est relatif à leur grandeur réelle et à la distance de laquelle nous les voyons; mais, afin de comparer ensemble ces diamètres, on les suppose tous vus à une distance égale à la moyenne distance de la terre au soleil. La table

suivante donne la grandeur apparente de ces diamètres, ainsi que le rapport dans lequel ils sont à celui du soleil.

Table des diamètres apparens des Planètes, vus à une distance égale à la moyenne distance de la terre au soleil; et de la comparaison de ces diamètres à celui du soleil.

Noms des Planètes.	*Diamètres apparens.*			*Comparés à celui du Soleil.*
	Min.	Sec.	Tierc.	
Mercure		7		$\frac{1}{274}$
Vénus		16	31 $\frac{1}{5}$	$\frac{1}{116}$
La Terre		17		$\frac{1}{113}$
Mars		11	24	$\frac{1}{168}$
Jupiter	3	13	42	$\frac{1}{10}$
Saturne	2	51	42	$\frac{1}{11}$
Son Anneau	6	40	36	$\frac{1}{5}$
Herschell	1	16	30	$\frac{1}{25}$
La Lune		4	54 $\frac{9}{10}$	$\frac{1}{390}$

Connoissant les diamètres apparens des *Planètes*, vus tous à la même distance, il est aisé de déterminer la grandeur de chaque *Planète* en diamètres terrestres. Et connoissant de plus le diamètre réel de la terre en lieues, cela nous apprend aussi de combien de lieues est composé le diamètre réel de chaque *Planète*. C'est ce qu'on peut voir dans la table suivante, qui donne ces grandeurs à peu de chose près, et dans laquelle le diamètre terrestre est pris pour l'unité.

Table des grandeurs des diamètres des Planètes en diamètres terrestres, et en lieues de 25 au degré chacune.

Noms des Planètes.	*Grandeur en diamètres terrestres.*	*En lieues.*
Mercure	$\frac{7}{17}$	1180
Vénus	$\frac{33}{34}$	2784
La Terre	1	2865
Mars	$\frac{2}{3}$	1921
Jupiter	11 $\frac{2}{5}$	32644
Saturne	10 $\frac{1}{10}$	28936 $\frac{1}{2}$
Son Anneau	23 $\frac{1}{4}$	67512
Herschell	4 $\frac{1}{2}$	12892
La Lune	$\frac{2}{7}$	828

Les grosseurs des *Planètes*, comparées entr'elles, sont comme le cube de leurs diamètres. Nous connoissons la grandeur du diamètre de la terre; et la grandeur du diamètre des autres *Planètes* vient d'être déterminée, en conséquence de leur diamètre apparent. D'où il est aisé de juger de leur grosseur réelle, comparée à celle de la terre, que nous regarderons comme l'unité. La table suivante donne ces grosseurs à peu de choses près.

Table des grosseurs des Planètes, comparées à celle de la terre.

Noms des Planètes.	*Grosseur à-peu-près.*	*Ou plus exactement et en décimales.*
Mercure	$\frac{3}{43}$ *ou*	0,078372
Vénus	$\frac{10}{11}$	0,917559
La Terre	1	1,000000
Mars	$\frac{3}{10}$	0,301445
Jupiter	1479 $\frac{3}{13}$	1479,231780
Saturne	1030 $\frac{4}{23}$	1030,173430
Herschell	91. $\frac{1}{4}$	91,250000
La Lune	$\frac{1}{41}$	0,024139

En comparant les densités des *Planètes* à celle de la terre, prise pour l'unité, on a le rapport suivant.

Table des densités des Planètes, comparées à celle de la terre.

Noms des Planètes.	*Densités.*	*Plus exactement. et en décimales.*
Mercure	$2\frac{2}{53}$ *ou*	2,037700
Vénus.	$1\frac{11}{40}$	1,275000
La Terre	1	1,000000
Mars	$\frac{3}{4}$	0,729170
Jupiter	$\frac{2}{9}$	0,229840
Saturne	$\frac{2}{19}$	0,104500
Herschell.	$\frac{2}{9}$	0,220401
La Lune	$\frac{2}{3}$	0,687060

Connoissant les grosseurs des *Planètes*, ainsi que leurs densités, relativement à la terre, il est aisé, en multipliant ces deux quantités l'une par l'autre, de connoître aussi leurs masses, relativement à celle de la terre, que nous prendrons pour l'unité; c'est ce que donne la table suivante.

Table des Masses des Planètes, comparées à celle de la terre.

Noms des Planètes.	*Masses.*	*Plus exactement et en décimales.*
Mercure	$\frac{1}{9}\frac{5}{4}$ *ou*	0,149699
Vénus.	$1\frac{1}{6}$	1,169888
La Terre	1	1,000000
Mars	$\frac{2}{9}$	0,219805
Jupiter 340		339,986632
Saturne 108		107,653123
Herschell 17	$\frac{3}{4}$	17,740612
La Lune	$\frac{1}{8}\frac{1}{0}$	0,016585

Comme les *Planètes primitives* tournent toutes autour du soleil, et cela dans des temps très-différens les uns des autres, il s'ensuit qu'elles doivent prendre entr'elles différens *aspects*. (*Voyez* ASPECT). Il s'ensuit aussi qu'elles doivent se trouver, en différens temps, à des distances très-différentes les unes des autres. Ce sont ces distances des *Planètes* à la terre qu'il nous importe de connoître, et dont il est aisé de juger, leur distance au soleil étant connue. Toutes les *Planètes* sont beaucoup plus voisines de la terre dans certains temps que dans d'autres. Les *Planètes supérieures* sont plus près de la terre dans leur opposition avec le soleil, qu'elles ne le sont dans leur conjonction; et les *Planètes inférieures* sont plus près de la terre dans leur conjonction inférieure, qu'elles ne le sont dans leur conjonction supérieure. La différence qu'il y a de leur plus grande à leur plus petite distance, est même quelquefois très-considérable. Par exemple, Mars et Vénus peuvent se trouver, dans certains temps, environ sept fois aussi près de la terre que dans d'autres. Car si, lorsque Mars est dans son périhélie et la terre dans son aphélie, la première de ces *Planètes* se trouve en opposition avec le soleil, elle est plus de sept fois aussi près de la terre qu'elle le seroit, si, étant dans son aphélie, ainsi que la terre, elle se trouvoit en conjonction. De même si, lorsque Vénus est dans son aphélie et la terre dans son périhélie, la première se trouve dans sa conjonction inférieure, elle est près de sept fois aussi près de la terre qu'elle le seroit, si, la terre étant dans son aphélie, ainsi que Vénus, cette dernière se trouvoit dans sa conjonction supérieure. C'est pour cette raison que le diamètre apparent des *Planètes* varie si considérablement de grandeur : de sorte que nous les voyons quelquefois très-grandes et très-lumineuses, tandis qu'en d'autres temps elles nous paroissent fort petites et beaucoup moins brillantes. La table suivante donne les différentes distances des *Planètes* à la terre, en lieues de 25 au degré chacune.

Table des distances des six Planètes primitives à la terre en lieues de 25 au degré chacune.

Noms des Planètes.	*Plus petites distances.*	*Moyennes distances*	*Plus grandes distances.*
Mercure. . . .	17949194	34761680	51574166
Vénus.	8856234	34761680	60667126
Mars	1269288o	52966024	93239168
Jupiter	136729854	180794802	224859750
Saturne. . . .	277377697	331628860	385880023
Herschell . . .	626313807	663315425	700317043

On trouvera dans la table suivante, à peu de choses près, la différence qu'il y a entre la plus grande et la plus petite distance des *Planètes* à la terre; ce qui est cause de l'augmentation et de la diminution alternative de leur diamètre apparent.

Table des différences des plus grandes aux plus petites distances des six Planètes primitives à la terre.

Noms des Planètes.	*Plus grandes distances.*	*Plus petites distances.*	*Différences.*
Mercure.	3 . . .	1 . . .	$\frac{2}{3}$
Vénus.	7 . . .	1 . . .	$\frac{6}{7}$
Mars	22 . . .	3 . . .	$\frac{19}{22}$
Jupiter	11 . . .	7 . . .	$\frac{4}{11}$
Saturne	25 . . .	18 . . .	$\frac{7}{25}$
Herschell	19 . . .	17 . . .	$\frac{2}{19}$

Nous avons vu que les *Planètes* sont placées à des distances du soleil différentes les unes des autres, et que par conséquent leurs orbites sont plus grandes les unes que les autres. Nous avons vu aussi que les *Planètes*

emploient des temps très-différens à parcourir ces orbites. Mais il y a un rapport constant entre les grandeurs de ces orbites et le temps employé à les parcourir, que l'on appelle *temps périodique*. Voici quel est ce rapport : *les quarrés des temps périodiques des Planètes sont comme les cubes de leurs distances au Soleil*. C'est la plus fameuse loi du mouvement des *Planètes*, découverte par *Kepler*. Par exemple, Jupiter est environ cinq fois aussi éloigné du soleil que la terre, le contour de son orbite est donc environ cinq fois aussi grand; mais il met environ douze fois autant de temps à parcourir cette orbite, qu'en met la terre à parcourir la sienne, quoiqu'elle soit seulement cinq fois aussi grande que celle de la terre. Pour concevoir l'exactitude de la loi découverte par *Kepler*, comparons ensemble les *quarrés des temps périodiques* et les *cubes des distances* de Jupiter et de la terre, et nous trouverons que le rapport est le même.

Le temps périodique de la terre est 365 jours, dont le quarré est 133225. Le temps périodique de Jupiter est 4330 jours, dont le quarré est 18748900. La moyenne distance de la terre au soleil est à la moyenne distance de Jupiter, au même astre, comme 10 est à 52 : et les cubes de ces deux nombres sont 1000 et 140608. On a donc cette proportion: 133225 : 18748900 : : 1000 : 140608. Le produit des moyens est 18748900000, et celui des extrêmes est 18732500800. Donc, en négligeant les huit derniers chiffres, le rapport est le même de part et d'autre : le quarré du temps périodique de Jupiter est 140 fois aussi grand que le quarré du temps périodique de la terre ; de même que le cube de la moyenne distance de Jupiter au soleil est 140 fois aussi grand que le cube de la moyenne distance de la terre au soleil : c'est en quoi consiste l'égalité des rapports. Cette même loi se vérifie également, non-seulement à l'égard des autres *Planètes primitives*, mais même à l'égard des satellites de Jupiter et de Saturne, lorsqu'on compare leurs distances à leur *Planète* principale, avec la durée de leurs révolutions.

Une *Planète* quelconque ne se meut pas toujours avec la même vîtesse dans toutes les parties de son orbite, c'est-

à-dire, qu'elle ne parcourt pas des arcs égaux en temps égaux. Plus elle se trouve près de son astre principal, plus son mouvement est rapide, et plus l'arc qu'elle parcourt, dans un temps donné, est grand. Au contraire plus elle s'éloigne de son astre central, plus elle ralentit sa marche, et plus l'arc qu'elle parcourt, dans un temps donné, est petit. Malgré ces inégalités, il y a un rapport constant entre les temps que la *Planète* emploie à parcourir les différens arcs de son orbite, et les aires triangulaires terminées par ces arcs et par deux lignes droites tirées de leurs extrémités à l'astre central; c'est-à-dire, que ces aires sont entr'elles comme les temps employés à parcourir les arcs qui les terminent. D'où est venue la seconde loi du mouvement des *Planètes*, encore découverte par *Kepler*, savoir, *que les aires sont proportionnelles aux temps*: loi qui est devenue très-importante en astronomie et dont on fait un grand usage. Supposons, par exemple, que *A B G P E D* (*Pl. LVI, fig.* 4.) soit l'orbite elliptique d'une *Planète*, à l'un des foyers *S* de laquelle soit le soleil: les temps que la *Planète* emploie à parcourir successivement les deux arcs *A D* et *D E*, sont entr'eux, comme les aires des deux triangles mixtilignes *A S D* et *D S E*. De sorte que, quoique ces deux arcs *A D* et *D E* soient égaux entr'eux, cependant le temps employé à parcourir l'arc *A D* sera plus grand que le temps employé à parcourir l'arc *D E*, de la même quantité dont l'aire du triangle *A S D* surpasse en grandeur l'aire du triangle *D S E*. Donc *les aires sont proportionnelles aux temps*.

PLANÈTE ACCÉLÉRÉE. Nom que l'on donne à une *Planète*, lorsqu'elle paroit se mouvoir plus promptement qu'elle ne se meut réellement; c'est-à-dire, lorsque son mouvement apparent est plus grand que son mouvement réel. Il y a des temps où les *Planètes* paroissent, vues de la terre, avoir parcouru une portion du zodiaque plus grande que celle qu'elles ont parcourue réellement; c'est alors qu'elles sont dites *Accélérées*. Cette apparence est causée par la combinaison du mouvement de la terre avec celui de la *Planète*. Les *Planètes supérieures*, Herschell, Saturne, Jupiter et Mars, sont *Accélérées* après leur conjonction au Soleil: et les *Planètes infé-*

rieures, Vénus et Mercure, sont accélérées quelque temps après leur conjonction inférieure. (*Voyez* ACCÉLÉRATION DES PLANÈTES).

PLANÈTE DIRECTE. Nom que l'on donne à une *Planète*, lorsque, par son mouvement propre, elle paroît se mouvoir comme elle se meut réellement, c'est-à-dire, d'occident en orient et suivant l'ordre des signes. Il n'y a que peu de temps, dans chaque révolution synodique, où les *Planètes* ne soient pas *directes*. Les *Planetes supérieures* le sont toujours, excepté vers leur opposition au soleil, temps auquel elles sont retrogrades ou stationnaires; et les *Planètes inférieures* le sont de même toujours, excepté vers le temps de leur conjonction inférieure. (*Voyez* DIRECT).

PLANÈTE. (*Elémens d'une*) (*Voyez* ELÉMENS D'UNE PLANÈTE).

PLANÈTE. (*Elongation d'une*) (*Voyez* ELONGATION D'UNE PLANÈTE).

PLANÈTE INFERIEURE. Nom que l'on donne aux *Planètes* qui sont plus proches du soleil que ne l'est la terre. Telles sont Vénus et Mercure. (*Voyez* PLANÈTE).

PLANÈTE PRIMITIVE. Nom que l'on donne aux *Planètes* qui font leur révolution autour du soleil. Les *Planètes primitives* sont au nombre de sept, savoir, Herschell, Saturne, Jupiter, Mars, la Terre, Vénus, et Mercure. (*Voyez* PLANÈTE).

PLANETE PRINCIPALE. C'est la même chose que *Planète primitive*. (*Voyez* PLANÈTE PRIMITIVE).

PLANETE RETARDÉE. Nom que l'on donne à une *Planète* lorsqu'elle paroît se mouvoir plus lentement qu'elle ne se meut réellement; c'est-à-dire, lorsque son mouvement apparent est moindre que son mouvement réel. Il y a des temps où les *Planètes* paroissent, vues de la terre, avoir parcouru une portion du zodiaque plus petite que celle qu'elles ont parcourue réellement : c'est alors qu'elles sont dites *retardées*. Cette apparence est causée par la combinaison du mouvement de la terre avec celui de la *Planète*. Les *Planètes supérieures*, Herschell, Saturne, Jupiter et Mars, sont *retardées* après leur opposition au soleil : et les *Planè-*

tes inférieures, Vénus et Mercure, sont *retardées* après leur conjonction supérieure. (*Voyez* RETARDEMENT DES PLANÈTES).

PLANETE RETROGRADE. Nom que l'on donne à une *Planète*, lorsque, par son mouvement propre, elle paroît se mouvoir d'orient en occident, contre l'ordre des signes. Il y a certains temps où les *Planètes*, vues de la terre, paroissent avoir un mouvement propre contraire à celui qu'elles ont réellement, où elles paroissent retourner sur leurs pas : c'est alors qu'on les appelle *rétrogrades*. Cette apparence de *rétrogradation* est due à la différence des mouvemens de la *Planète* et de la terre. Les *Planètes supérieures*, Herschell, Saturne, Jupiter et Mars, sont *rétrogrades*, lorsqu'elles sont en opposition avec le soleil : et les *Planètes inférieures*, Vénus et Mercure, sont *rétrogrades* vers leur conjonction inférieure. (*Voyez* RÉTROGADATION DES PLANÈTES).

PLANETE SECONDAIRE. Nom que l'on donne aux *Planètes* qui font leur révolution autour d'une autre *Planète*, laquelle fait elle-même sa révolution autour du soleil. (*Voyez* PLANÈTE). Les *Planètes secondaires* sont au nombre de 20, savoir; la lune qui tourne autour de la terre (*Voyez* LUNE), les quatre satellites qui tournent autour de Jupiter, les sept satellites qui tournent autour de Saturne, et les huit satellites qui tournent autour d'Herschell. (*Voyez* SATELLITES).

PLANETE STATIONNAIRE. Nom que l'on donne à une *Planète* pendant le temps qui s'écoule entre le moment où elle cesse d'être directe et celui où elle devient rétrograde; pendant lequel temps la *Planète* vue de la terre, paroît toujours dans le même point du zodiaque, et avoir la même longitude géocentrique. Entre le mouvement direct d'une *Planète* et son mouvement rétrograde, il y a nécessairement un instant de repos, un temps où la planète, vue de la terre, ne paroît point se mouvoir, où elle ne paroît ni avancer ni reculer dans le zodiaque : c'est alors qu'elle est appelée *stationnaire*. (*Voyez* STATION DES PLANETES).

PLANETE SUBALTERNE. C'est la même chose que *Planète secondaire*. (*Voyez* PLANÈTE SECONDAIRE).

PLANETE SUPERIEURE. Nom que l'on donne aux *Planètes* qui sont plus éloignées du soleil que ne l'est la terre. Telles sont Mars, Jupiter, Saturne et Herschell. *(Voyez* PLANETE).

PLANETES. *(Diamètre apparent des) (Voyez* DIAMETRE APPARENT DES PLANETES).

PLANETES. (*Diamètre vrai des*) (*Voyez* DIAMETRE VRAI DES PLANETES).

PLANETES. *(Direction des) (Voyez* DIRECTION DES PLANETES).

PLANETES. (*Retardement des*) (*Voyez* RETARDEMENT DES PLANETES).

PLANETES. *(Rétrogradation des)* (*Voyez* RÉTROGRADATION DES PLANETES).

PLANETES. *(Révolution des)* (*Voyez* REVOLUTION DES PLANETES).

PLANETES. *(Rotation des) (Voyez* ROTATION DES PLANETES).

PLANISPHERE. Instrument où sont projetés les cercles de la sphère, et sur lequel sont dessinées les constellations, et qui sert à resoudre mécaniquement plusieurs problêmes d'astronomie. On a beaucoup inventé de ces sortes d'instrumens; celui surtout de *Cassini* est très-ingénieux. On en trouvera la description dans son *Traité de la Comète.*

PLATEAU ELECTRIQUE. Plan circulaire de verre que l'on rend actuellement électrique, en le faisant tourner entre des coussins. Tel est le *Plateau Pp* (*Pl. LXVII, fig.* 1:) porté sur son axe *a a*, entre les coussins *i, i.* (*Voyez* MACHINE ELECTRIQUE). La meilleure matière pour faire des *Plateaux électriques* est le crystal d'Angleterre connu sous le nom de *Flint-glass.* (*Voy.* FLINT-GLASS). Si l'on est contraint de se servir de glace de France, il vaut mieux faire usage de celles de Cherbourg, qui sont soufflées, que de celles de Saint-Gobin, qui sont coulées, Les premières produisent un beaucoup meilleur effet que les autres.

PLATINE. Substance métallique, blanche comme de l'argent, mais plus sombre, très-fixe au feu, et plus pesante que l'or. On l'a aussi appelée *or blanc*,

parce que le *Platine* a plusieurs propriétés communes avec l'or, le plus précieux de tous les métaux.

Le nom de *Platine* que les Espagnols ont donné à cette substance métallique, paroît lui venir de sa couleur semblable à celle de l'*argent* que les Espagnols appellent *Plata*.

Le *Platine* n'éprouve aucune altération, ni à l'air, ni à l'eau; il est peu ductile, à moins qu'il ne soit parfaitement purifié de toute substance étrangère; mais si il est très-pur, il est assez ductile pour être passé à la filière, même en fil très-délié, sans se rompre. Avant d'avoir été purifié, si on l'expose seul à l'action du feu même le plus violent, il est absolument infusible: mais si on l'expose au feu avec d'autres métaux, il se fond et s'allie avec eux.

Il n'y a que peu d'années que l'on connoît cette substance; elle se trouve dans l'Amérique Espagnole.

Le premier auteur qui en ait parlé, est *Dom Antonio d'Ulloa*, dans son voyage du Pérou, imprimé à Madrid en 1748. Il dit que, dans la province de Quito, au bailliage de Choco, il se trouve des mines d'or, que l'on a été obligé d'abandonner à cause du *Platine* dont le minerai est entremêlé. Il ajoute: « le *Platine* » est une pierre (*piedra*) si dure, qu'on ne peut la » briser sur l'enclume, ni la calciner, ni par conséquent » en séparer le minerai qu'elle renferme, sans un tra- » vail infini et sans beaucoup de dépenses ». Il est aisé de voir que c'est très-improprement que l'auteur appelle cette substance une *pierre*.

Dès l'an 1741, *Charles Wood*, métallurgiste anglois, avoit déjà apporté en Angleterre quelques échantillons de cette substance; il les avoit reçus dans la Jamaïque; on lui avoit dit qu'ils étoient venus de Carthagène, sans lui déterminer précisément l'endroit d'où le *Platine* avoit été tiré, on lui apprit seulement qu'il y en avoit des quantités considérables dans l'Amérique Espagnole. On dit qu'il s'en trouve beaucoup, sur-tout près des mines de Santa-Fé, et dans celles de Popayan. Quoi qu'il en soit, on assure que le roi d'Espagne a fait fermer ces mines, et a fait jeter à la mer une très-grande quantité de *Platine*, pour prévenir les abus

que ses sujets en faisoient. En effet, des personnes de mauvaise foi mêloient cette substance dans les lingots d'or, qu'ils adulteroient sans changer leur poids. Ce sont ces mesures si nécessaires, qui ont rendu le *Platine* assez rare parmi nous. Quelques Hollandois ayant été trompés de cette manière, ne tardèrent point à se venger cruellement des auteurs de cette supercherie; étant revenus une seconde fois au même endroit, ils pendirent sans autre forme de procès aux mâts de leurs vaisseaux, les Espagnols, qui leur avoient vendu de l'or falsifié avec du *Platine*. La fraude fut découverte, parce que les premiers lingots d'or s'étoient trouvés cassans comme du verre. Cette tromperie est d'autant plus dangereuse, que l'or allié avec le *Platine*, ne souffre aucun changement dans son poids, et ne peut en être séparé par aucun des moyens connus dans la Chymie. Cependant on donnera à la fin de cet article les manières de séparer l'or d'avec le *Platine*.

Les Espagnols d'Amérique ont trouvé le secret de fondre le *Platine* pour en faire des gardes d'épées, des boucles, des tabatières, et d'autres bijoux semblables qui sont très-communs chez eux, et qui s'y vendent à un prix très-inférieur à celui de l'argent.

En 1750, *Watson* communiqua à la Société Royale de Londres, dont il étoit membre, les échantillons de *Platine* apportés par *Wood*, ainsi que quelques expériences qu'il avoit faites sur cette substance nouvelle et inconnue. *Voyez les Transactions Philosophiques, année* 1750.

En 1752, *Théodore Scheffer* lut, dans l'Académie Royale des Sciences de Stockolm, deux Mémoires contenant les différentes expériences qu'il avoit eu occasion de faire sur le *Platine*; mais la petite quantité qu'il avoit reçue de cette substance, ne lui permit pas de pousser ses recherches aussi loin qu'il auroit souhaité. Ce même académicien Suédois a encore publié, en 1757, un nouveau mémoire sur le *Platine*, dans lequel il relève quelques fautes qui étoient échappées à *Lewis*, savant chymiste anglois, à qui le public est redevable d'une suite complète d'expériences qu'il a insérées dans les *Transactions Philosophiques* de l'année 1754, et dont

nous allons donner l'extrait. Ces Mémoires contiennent un examen suivi de la substance dont nous parlons : on en a publié, en 1758, une traduction française, à laquelle on a joint tout ce qui avoit paru jusqu'alors sur le *Platine*, à l'exception du dernier Mémoire de *Scheffer*, dont on ne pouvoit avoir connoissance dans le temps de la publication de cet ouvrage, qui a pour titre : le *Platine, l'Or blanc ou le huitieme Métal*, etc.

Le *Platine* qui nous est venu en Europe, est sous la forme de sable, mêlé des particules ferrugineuses noires, attirables par l'aimant, parmi lesquelles on trouve quelquefois des paillettes d'or ; à l'égard du *Platine* même, il est en grains blancs, de forme irrégulière, approchant pourtant de la triangulaire, et semblables à des coins dont les angles sont arrondis ; les facettes qui composent les plans de ces triangles ou coins, examinées au microscope, ont paru raboteuses et inégales en quelques endroits, et remplies de petites cavités noirâtres et raboteuses; quelques-uns de ces grains sont attirables par l'aimant quoique foiblement.

Depuis, *Lewis* a trouvé dans le *Platine*, qu'il a eu occasion d'examiner, quelques petites portions d'une substance noire et luisante semblable à du charbon de terre ou à du jayet, et qui mise au feu, en répandoit la fumée et l'odeur. Il y a découvert des petites particules noirâtres, brunes et rougeâtres, semblables à des petits fragmens d'émeril ou d'aimant, dont plusieurs étoient foiblement attirés par l'aimant. Il y a remarqué des petits feuillets minces et transparens, semblables à du spath. Enfin il y a découvert des petits globules de mercure. De toutes ces observations, il conclut que le *Platine* ne nous vient point d'Amérique dans son état naturel, qu'on le tire probablement des mines en grande masse, que l'on brise ces masses pour les traiter avec le mercure, afin d'en extraire les paillettes et les grains d'or.

Les grains les plus purs de *Platine* s'étendent assez bien sous le marteau, lorsqu'on les frappe à petits coups ; cependant ils peuvent se pulvériser dans un mortier de fer à grands coups de pilons; et ces grains après

avoir été rougis, sont plus cassans qu'ils ne le sont froids.

L'action du feu le plus violent ne peut point parvenir à faire entrer en fusion le *Platine* seul et sans addition; quelquefois les petits grains semblent s'unir les uns aux autres, et avoir un commencement de fusion; mais cela vient des particules ferrugineuses et étrangères qui sont mêlées avec le *Platine*. Il ne se fond pas davantage, lorsqu'on y joint tous les fondans usités dans la chymie, tels que les sels alkalis, le flux noir, les matières inflammables, les verres, le nitre, le soufre, etc. En un mot, cette substance résiste au feu le plus violent qu'il soit possible de donner dans les fourneaux ordinaires, et dans les vaisseaux, soit fermés, soit lorsqu'on l'expose au contact immédiat des charbons, soit qu'on y joigne tous les fondans connus.

Le *Platine* ne se dissout nullement dans l'acide sulfurique, soit chaud, soit froid, soit foible, soit concentré; il ne se dissout pas plus dans l'acide muriatique, soit en liqueur, soit appliqué dans toute sa force, comme dans la cémentation, soit concentré, comme il l'est dans le sublimé corrosif. Quand on met en cémentation un alliage d'or et de *Platine*, cette dernière substance ne souffre aucun déchet; ainsi ce qu'on appelle le *cément royal*, qui a toujours passé pour purifier l'or de toutes les matières métalliques étrangères, est un moyen insuffisant pour dégager l'or du *Platine*.

Le *Platine* résiste pareillement à l'action de l'acide nitrique, de quelque façon qu'on le lui applique.

L'acide nitro-muriatique, de quelque manière qu'il ait été fait, dissout le *Platine*, ainsi que l'or. *Lewis* a trouvé qu'une partie de cette substance exigeoit environ 4 $\frac{1}{2}$ parties de ce dissolvant, pour que son entière dissolution se fasse. Par-là le dissolvant devient d'abord d'une couleur jaune; à mesure qu'il se charge de *Platine*, il jaunit de plus en plus, et il finit par être d'un rouge-brun.

La dissolution de *Platine* dans l'acide nitro-muriatique ne teint point en pourpre les matières animales, telles que la peau, les os, les plumes, etc., ni le

marbre, comme on sait qu'on le fait par la dissolution d'or. Le *Platine* dissous ne se précipite pas non plus d'une couleur pourpre, par le moyen de l'étain, comme la dissolution d'or. Le *Platine* n'est point dégagé de son dissolvant, ni par le sulfate de fer, ni par l'esprit-de-vin, ni par les huiles volatiles, comme il arrive à l'or.

La coupelle et la purification par l'antimoine, sont des moyens insuffisans pour dégager l'or d'avec le *Platine*. Lorqu'on voudra y parvenir, on n'aura qu'à faire dissoudre l'or allié avec du *Platine* dans de l'acide nitro-muriatique, et mettre du sulfate de fer dans la dissolution, il précipitera l'or seul, n'ayant pas la propriété de précipiter le *Platine*; on édulcorera le précipité; on l'amalgamera avec le mercure, par-là l'or seul restera dans l'amalgame.

De toutes les expériences qui viennent d'être rapportées, on conclut que le *Platine* est un métal particulier, qui a plusieurs propriétés communes avec l'or, et qui, d'un autre côté, en diffère à bien des égards; le *Platine* est beaucoup plus dur, et n'entre point en fusion au degré de feu le plus violent. Les propriétés qui lui sont communes avec l'or, sont sa pesanteur, sa dissolution dans l'acide nitro-muriatique, la faculté de résister au plomb dans la coupelle et à l'antimoine, qui jusqu'ici passoit pour le moyen le plus sûr, pour dégager l'or des substances métalliques étrangères, avec lesquelles il étoit combiné. Cette espèce d'analogie que le *Platine* a avec l'or, est ce qui a donné lieu de l'appeler *or blanc*.

Quant aux usages du *Platine*, nous avons déjà dit que les Espagnols en Amérique en font différens bijoux: il y a tout lieu de croire qu'ils y joignent pour cela, soit du cuivre, soit de l'argent, soit quelqu'autre substance métallique, que l'on pourroit aisément découvrir, si le *Platine* étoit assez commun parmi nous pour pouvoir être employé à ces usages. Il paroît surtout très-propre à faire des miroirs de réflexion pour les télescopes, par la faculté que quelques métaux alliés avec lui, ont de ne point se ternir à l'air. C'est au temps à nous apprendre si cette substance si singulière a

quelques vertus médicinales, et si elle peut être employée plus utilement dans la société.

Macquer, *Cadet*, *Lavoisier* et moi, avons exposé du *Platine* en grenailles au foyer du verre ardent; mais nous n'avons pas pu parvenir à le faire fondre: il y a cependant eu un commencement de fusion; car plusieurs grains se sont soudés ensemble, et n'ont fait qu'une masse, mais raboteuse, et qui n'avoit point le poli de la surface que prennent ordinairement les métaux fondus.

Le comte de *Sickingen*, ministre plénipotentiaire de l'électeur Palatin près la cour de France, est parvenu à bien purifier le *Platine* du fer qui lui est ordinairement mêlé, et à le forger en barreau: il est même venu entre ses mains tellement ductile, qu'il a pu le faire passer par la filière, et en former des fils très-fins et très-flexibles. Il a eu la bonté de m'en fournir des morceaux dans ces deux états, pour les peser hydrostatiquement et en connoître la pesanteur spécifique. Celle du *Platine* forgé en barreau et écrouï est à celle de l'eau distillée, comme 203366 est à 10000, d'où il suit que le pouce cube de *Platine* ainsi écrouï peseroit 402951 milligrammes (13 onces 1 gros 32 grains); et le pied cube peseroit 696529653 milligrammes (1423 livres 8 onces 7 gros 67 grains).

La pesanteur spécifique du *Platine* passé à la filière est à celle de l'eau distillée, comme 210417 est à 10000 plus grande que la précédente; parce que la pression que le métal éprouve en pareil cas, est très-considérable: il a, comme on le voit, augmenté sa densité d'environ $\frac{1}{29}$. Un pouce cube de *Platine* aussi fortement comprimé peseroit donc 416936 $\frac{1}{2}$ milligrammes (13 onces 5 gros 7 $\frac{1}{2}$ grains); et un pied cube peseroit 720472454 milligrammes (1472 livres 14 onces 5 gros 45 $\frac{1}{2}$ grains).

Jusqu'ici l'or étoit, de tous les corps que nous connoissions, le plus dense et le plus pesant: depuis ces nouvelles connoissances, l'or n'a plus, dans ce genre-là, que le second rang; le premier est dû au *Platine*, qui est le plus pesant de tous les corps.

Sa dureté ne le cède qu'à celle du fer; et sa ténacité,

qu'à celle du fer et du cuivre : elle est plus de 13 fois aussi grande que celle du plomb. Exposé au feu, il est à-peu-près aussi fixe que l'or. Il n'éprouve aucune altération ni à l'air, ni à l'eau.

Le *Platine* se trouve, dans ses mines, en petits grains ou paillettes d'un blanc livide : il y est toujours combiné avec du fer ; et il est alors attirable à l'aimant. Ainsi mêlé, sa pesanteur spécifique est 156017. Dans cet état il est peu ductile ; mais s'il est parfaitement purifié de toute substance étrangère, il est assez ductile pour être passé au laminoir et à la filière, et même en fil très-délié sans se rompre.

Le *Platine* est absolument infusible au feu ordinaire, quelque fort qu'il soit. Exposé au foyer de la lentille de *Trudaine*, il n'y a eu tout au plus qu'un petit commencement de fusion, comme nous l'avons dit ci-dessus; de sorte que ses grains se sont un peu collés les uns aux autres. Mais *Lavoisier* a fondu aisément ce *Platine*, en soufflant le feu avec l'air pur; ce qui produit le degré de chaleur le plus violent que l'on connoisse. Par ce procédé *Lavoisier* a fondu encore plus aisément le *Platine purifié*. Dans cet état de purification, sa pesanteur spécifique est 195000. Un pouce cube de ce *Platine* pèse 386391 milligrammes (12 onces 5 gros 8 grains) : et un pied cube peseroit 667684305 $\frac{1}{2}$ milligrammes (1365 livres). Mais lorsqu'il a passé au laminoir, sa pesanteur spécifique est 220690. Un pouce cube de ce *Platine*, ainsi comprimé, peseroit donc 437291 milligrammes (14 onces 2 gros 31 grains) : et un pied cube peseroit 755647418 milligrammes (1544 livres 13 onces 2 gros 17 grains).

Le *Platine* n'est dissoluble que dans l'acide nitro-muriatique, ou muriate oxigéné. Les alkalis le précipitent de sa dissolution. Une dissolution de muriate d'ammoniaque, versée sur une dissolution de *Platine*, en forme un précipité orangé, qui est une véritable substance saline, entièrement soluble dans l'eau ; mais elle ne lui donne pas la propriété de fulminer, effet qu'elle produit sur l'or. Cette propriété qu'a le muriate d'ammoniaque de précipiter le *Platine* très-promptement,

ment, fournit un moyen simple pour reconnoître l'alliage du *Platine* avec l'or.

Le *Platine* peut s'allier avec plusieurs métaux ; mais ils le rendent cassant. Cependant le cuivre, s'il est dans la proportion de 3 ou 4 à 1, forme avec lui un métal très-dur, mais ductile, qui reçoit un beau poli, et qui se ternit très-peu.

Le *Platine* est un métal précieux par sa grande dureté, par le beau poli dont il est susceptible, et par son inaltérabilité. On en peut faire des miroirs de télescope, bien préférables à ceux qu'on a faits jusqu'ici, parce qu'ils ne perdent jamais leur poli. Il a encore une propriété bien précieuse en certains cas, qui est celle de changer très-peu de dimensions par les différentes températures. Aussi s'en est-on servi utilement pour la mesure de l'arc du méridien compris entre Dunkerque et Barcelone ; et cela pour la détermination des nouvelles mesures. (*Voyez* MESURES NOUVELLES).

PLATONIQUE. (*Année*) (*Voyez* ANNÉE PLATONIQUE).

PLEIADES. Nom que l'on donne, en Astronomie, à neuf étoiles qui sont placées assez près les unes des autres, dans le col de la constellation du Taureau. Il n'y a que six de ces étoiles qu'on distingue bien clairement ; les autres paroissent fort peu ; leur nom vient du mot grec Πλεῖν, qui signifie *naviguer*, parce qu'au printemps, et vers le temps de leur lever héliaque, on commençoit les grandes navigations. (*Voyez l'Astronomie de la Lande, page* 162).

PLEIN. Epithète que l'on donne à un espace dans lequel on suppose qu'il n'y a aucun vide. Un espace absolument *Plein* seroit donc un espace dans lequel le Tout-Puissant lui-même ne pourroit pas placer un nouveau corps, sans en chasser quelqu'un de ceux qui y seroient ; sans quoi il y auroit *pénétration* ; ce qui n'est pas possible, à cause de l'*impénétrabilité* de la matière. (*Voyez* IMPÉNÉTRABILITÉ). Le *Plein absolu*, quoi qu'en dise *Descartes*, n'est pas admissible, à cause des dépla-

cemens nécessaires pour toutes espèces de mouvemens, qu'il seroit impossible d'expliquer dans ce système. Je crois donc qu'en bonne physique, on doit rejeter le *Plein absolu.*

PLEINE LUNE. Nom de l'une des *Phases* de la *Lune.* On donne ce nom à la *Lune*, lorsqu'elle nous présente en entier son hémisphère éclairé par le soleil; ce qui arrive lorsqu'elle est éloignée du Soleil de 180 degrés, comme lorsqu'elle est en *L* (*Pl. LIX, fig.* 2.), ayant la terre *T* entre elle et le Soleil *S.* (*Voyez* PHASE). C'est ce qu'on appelle *Opposition.*

Cette distance de 180 degrés étant comptée selon le mouvement moyen, on l'appelle *Pleine Lune moyenne.* Quand elle est comptée selon le mouvement véritable, elle est nommée *Pleine Lune véritable*; et si cette distance est comptée selon le mouvement apparent, on l'appelle *Pleine Lune apparente.*

La connoissance de la *Pleine Lune* est nécessaire dans le calcul des *éclipses*; car celles de *Lune* n'arrivent jamais que dans les *Pleines Lune.* (*Voy.* ECLIPSE).

PLEYADES. (*Voyez* PLÉÏADES).

PLOMB. Métal d'une couleur obscure ou d'un blanc-bleuâtre. Le *Plomb* est d'une couleur plus sombre que celle de l'étain: cette couleur se ternit aisément à l'air. Le *Plomb* est de tous les métaux le moins ductile, le moins dur, le moins élastique, et le moins sonore: il est aussi celui de tous qui a le moins de ténacité. Après l'étain, c'est celui de tous les métaux qui fond à une moindre chaleur, et long-temps avant de rougir; 250 degrés de chaleur suffisent. Après le platine et et l'or, il est le plus pesant des métaux: sa pesanteur spécifique, lorsqu'il est simplement fondu, est de 113523: un pouce cube de *Plomb* pèse donc 224935 milligrammes (7 onces 2 gros 62 grains); et un pied cube pèse 388705270 milligrammes (794 livres 10 onces 4 gros 44 grains). On a beau écrouir le plomb, sa densité n'augmente point par ce procédé, ou du moins pas d'une quantité sensible. (*Voyez les Mém. de l'Acad. des Sci.* An. 1772, *Part. II. pag.* 24).

Quelques auteurs prétendent qu'on trouve quelquefois le *Plomb* dans ses mines à l'état natif. Il est or-

dinairement minéralisé par le soufre, et ce minérai est connu sous le nom de *Galène*. Il crystallise ordinairement en cube. On n'exploite que les mines de cette espèce : elles tiennent presque toujours de l'argent. Celle qui est à petits grains en contient plus que les autres, et on l'exploite souvent comme *Mine de plomb* tenant argent. Sa pesanteur spécifique est 75873.

Lorsque le *Plomb* est minéralisé par l'acide sulfurique, cela forme la *Mine de plomb noire*, qui est presque toujours crystallisée. Elle effleurit à l'air, et fournit du sulfate de plomb. Sa pesanteur spécifique est 57445.

Lorsque le *Plomb* est minéralisé par l'acide carbonique, cela forme des crystaux blancs et opaques, appelés *Mine de plomb blanche*, qui, à la distillation, fournit de l'acide carbonique. La pesanteur spécifique de cette mine est 40586. Il s'en trouve dont les crystaux sont presque parfaitement transparens, et ressemblent un peu à du flint-glass : on leur donne le nom de *Mine de plomb blanche vitreuse* : il s'en trouve en Angleterre et en Sibérie. La pesanteur spécifique de cette mine est beaucoup plus grande que celle de la mine opaque ; elle est 65585.

La *Mine de plomb verte* est composée de crystaux d'un vert tirant un peu sur le jaune : elle ne diffère de la précédente que par le principe colorant, que les chymistes disent être dû au fer. Sa pesanteur spécifique est 58600.

On trouve encore en Sibérie une *Mine de plomb rouge* dont les crystaux sont des prismes tétraèdres rhomboïdaux d'un assez beau rouge. *Sage* pense que cette mine est aussi colorée par du fer. Sa pesanteur spécifique est 60269.

Lorsqu'on tient quelque temps le *Plomb* en fusion, il se recouvre d'un oxide gris, auquel on remarque des couleurs changeantes, comme celles de l'iris. Cet oxide, poussé à un feu plus violent, devient jaune, et s'appelle *Massicot*. Cet oxide jaune peut être porté à l'état d'oxide rouge, appelé *Minium*. Pour cela on fait tomber le *Massicot* du fourneau à terre, et l'on jette de l'eau dessus pour le refroidir ; ensuite on le passe au moulin, où on le réduit en poudre très-fine ; on le lave dans l'eau ; on l'étend sur l'aire du fourneau,

où on le calcine ; c'est là qu'il prend la couleur rouge : enfin on le passe dans des tamis de fer très-fins, posés sur des tonneaux où l'on reçoit le *Minium*. Le *Plomb* en passant à l'état d'oxide, augmente de poids d'une quantité égale à $\frac{16}{100}$ de sou poids.

Ces *oxides de plomb* se vitrifient aisément, mais il faut un feu violent. On les emploie dans les verreries : ils facilitent la fonte ; ils rendent le verre plus pesant, plus doux, et plus susceptible d'être taillé et poli. Ils entrent dans la composition du flint-glass, et de l'espèce de verre que nous appelons *crystal*. Si l'on fond ces oxides avec des corps charbouneux, le *Plomb* se révivifie.

La *Litharge* n'est que du *Plomb oxidé*. Il y en a de jaune et de blanche : la première est appelée *litharge d'or*, et la seconde *litharge d'argent*, quoique ni dans l'un ni dans l'autre, il n'y ait ni or ni argent.

Si l'on fait bouillir de l'acide sulfurique sur du *Plomb*, une bonne partie du *Plomb* est oxidée par une partie de l'oxigène de l'acide ; une autre partie du plomb est dissoute, et forme du *sulfate de Plomb*. Il reste un acide sulfureux.

L'acide nitrique concentré convertit le *Plomb* en oxide blanc ; mais si l'acide est foible, il dissout le *Plomb*, et forme des crystaux d'un blanc mat.

L'acide muriatique, aidé de la chaleur, oxide une partie du *Plomb* sur lequel il agit, et en dissout une autre. Le même acide décompose sur-le-champ la *litharge*, en excitant une chaleur assez forte. Cette dissolution fournit de beaux crystaux octaèdres d'un blanc mat, et d'une saveur styptique, et d'une grande pesanteur. L'affinité de l'acide muriatique avec les *oxides de plomb* est si grande, que ces oxides décomposent toutes les combinaisons de cet acide. Ils décomposent le muriate de soude ou sel marin, le muriate d'ammoniaque etc., et en séparent les alkalis en formant des *muriates de plomb*. Les *muriates de plomb*, calcinés ou fondus, donnent une superbe couleur jaune, qui peut remplacer le beau jaune de Naples.

L'acide acéteux corrode le plomb ; et il en résulte un oxide blanc connu sous le nom de *blanc de plomb*. Il seroit très-propre à noircir un cheval blanc : aussi les

marchands de chevaux en font-ils usage pour noircir les poils qui deviennent blancs aux chevaux noirs dans les endroits où ils ont été blessés. La *céruse* ne diffère du *blanc de plomb*, qu'en ce qu'elle est altérée par son mèlange avec plus ou moins de craie.

Tous les *oxides de plomb* sont solubles dans le vinaigre, et forment l'*acétite de plomb* connu sous le nom de *sel* ou *sucre de Saturne*.

Le *Plomb* est, après l'étain, celui de tous les métaux qui est le moins fixe au feu : il en soutient très-peu l'action; une portion se dissipe en fumée, l'autre se change en verre : il a même la propriété de se réduire en vapeurs, de volatiliser et de vitrifier les autres métaux, à l'exception de l'or et de l'argent; c'est pour cela qu'on s'en sert pour purifier l'argent au fourneau de coupelle : il emporte cependant, dans cette opération, une petite portion d'argent, comme l'a prouvé *Tillet*, de l'Académie des Sciences : de sorte que l'argent ainsi essayé paroît être à un moindre titre qu'il n'est réellement. (*Voyez les Mém. de l'Acad. des Sciences, An.* 1762, *pag.* 10).

Les autres usages du *Plomb* sont très-multipliés dans les arts : on en fait des tuyaux de conduite, des chaudières, etc. On l'emploie à doubler des caisses, des bassins, à couvrir des maisons. Il est vrai que si le feu y prend, on court risque de se trouver exposé à une pluie de plomb fondu. On l'emploie encore à faire des balles et du plomb pour la chasse. Les chaudronniers infidèles le font entrer dans l'étamage de la batterie de cuisine; ce qui est très-pernicieux, et ce qui mériteroit d'être puni.

On emploie la *litharge* pour adoucir les vins aigris. Les marchands de vin qui en font usage méritent la corde, car ce sont des empoisonneurs.

Le *blanc de plomb* et la *céruse* sont employés dans la peinture. Ces oxides ne sont pas sensiblement altérés par leur mèlange avec l'huile. Les ouvriers qui broient ces couleurs sont tôt ou tard affectés de la maladie connue sous le nom de *colique des plombiers* ou *des peintres*.

PLOMB. (*Ligne à*) (*Voyez* LIGNE A PLOMB).

PLONGER. C'est l'art ou l'action de descendre dans l'eau jusqu'à une profondeur considérable, et d'y rester assez long-temps.

L'art de *Plonger* est d'une très-grande utilité surtout pour la pêche des perles, des coraux, des éponges, etc.

On a imaginé différentes méthodes et différens instrumens pour rendre l'art de *Plonger* plus sûr et plus aisé.

Le grand point est de procurer au plongeur un air frais, sans quoi il n'est pas possible qu'il reste long-temps dans l'eau, car il y périroit.

Un plongeur qui est tout nu, ne peut, suivant *Halley*, rester plus de deux minutes dans l'eau, sans être suffoqué; et s'il n'a pas un long usage de son métier, il y restera beaucoup moins de temps, une demi-minute suffisant pour étouffer ceux qui ne sont point dans cette habitude. De plus, si l'endroit est profond, la pression de l'eau sur les vaisseaux du corps remplit les yeux de sang, et en occasionne ordinairement le crachement. C'est pour cette raison que, pour pouvoir rester long-temps au fond de l'eau, quelques personnes ont imaginé deux tuyaux de matière flexible, pour faire circuler l'air jusqu'au fond de l'eau, dans la machine où le plongeur est renfermé, comme dans une armure: par ce moyen, on lui procure l'air qui lui est nécessaire, on le garantit de la pression de l'eau, et sa poitrine se dilate librement pour respirer.

Mais cette invention ne peut servir dans les endroits où la profondeur de l'eau est de plus de trois brasses, parce que l'eau resserre si étroitement les parties qui sont à découvert, qu'elle y empêche la circulation du sang, et elle presse si violemment sur toutes les jointures de l'armure, qui ne sont faites que de cuir, que s'il s'y rencontre le moindre défaut, l'eau s'y fait un passage, remplit dans un instant toute la machine, et met la vie du plongeur dans un grand danger.

La *cloche du Plongeur* est une machine que l'on a inventée pour remédier à tous les inconvéniens dont on vient de parler: on fait descendre le plongeur en sûreté dans cette machine jusqu'à une profondeur raisonnable; et il peut rester plus ou moins de temps dans l'eau, suivant que la cloche est plus ou moins grande.

Le plongeur assis sous cette cloche s'enfonce avec l'air qui y est renfermé jusqu'à la profondeur qu'il veut; et si la cavité du vaisseau peut contenir un tonneau d'eau, un seul homme peut rester une heure entière à une profondeur de cinq ou six brasses sans aucun danger.

Le plus grand inconvénient de cette machine, c'est que l'eau y entrant, resserre le volume d'air dans un si petit espace qu'il s'use promptement, et n'est plus propre à la respiration, de sorte qu'il faut nécessairement remonter cette machine pour en renouveler l'air, le plongeur ne pouvant d'ailleurs rester presqu'entièrement couvert d'eau.

Pour remédier à ces défauts de la cloche du plongeur, *Halley* a trouvé des moyens non-seulement de renouveler l'air et de le rafraîchir de temps en temps, mais encore d'empêcher que l'eau n'entre dans la cloche, à quelque profondeur qu'on la fasse dessendre. Voici ce qu'il a fait.

Il fit faire une cloche de plongeur de bois, qui avoit environ 60 pieds cubiques dans sa concavité; elle étoit revêtue en dehors d'une assez grande quantité de *Plomb*, pour qu'elle pût s'enfoncer vide dans l'eau; et il mit au bas une plus grande quantité de *Plomb* pour qu'elle ne pût descendre que perpendiculairement; au haut, il y avoit un verre pour donner du jour dans l'intérieur de la cloche, avec un petit robinet pour laisser sortir l'air chaud; et en bas, environ une toise au-dessous de la cloche, il y avoit un plateau attaché à la cloche même par trois cordes, qu'il avoit chargé d'un poids de cent livres pour le tenir ferme.

Pour fournir l'air nécessaire à cette cloche, lorsqu'elle fut dans l'eau, il se servit de deux barrils garnis de *Plomb*, de manière qu'ils pouvoient descendre vides: au fond de chacun, il y avoit un bondon pour laisser entrer l'eau, lorsqu'ils descendoient, et pour la laisser sortir, lorsqu'il les avoit retirés; au haut de ces barrils, il y avoit un autre trou auquel étoit attaché un tuyau de cuir assez long pour pendre au-dessous du bondon, étant abaissé par un poids qu'on y attachoit; en sorte que l'air, à mesure que l'eau entroit, étant poussé

dans la partie supérieure du barril, ne pouvoit, lorsque le barril descendoit, s'échapper par le haut du tuyau, à moins que l'extrémité qui pendoit en bas ne fût relevée.

Ces barrils pleins d'air étoient attachés à des cordages pour les faire monter et descendre alternativement, comme deux seaux; de petites cordes attachées au bord de la cloche servoient à les diriger dans leur descente, de manière qu'ils se présentoient sous la main du plongeur qui se mettoit sur le plateau pour les recevoir, et qui relevoit les extrémités des tuyaux; alors tout l'air renfermé dans la partie supérieure des barrils s'élançoit avec violence dans la cloche, et étoit remplacé par l'eau.

Lorsqu'on avoit ainsi vidé un des barils, après un signal donné, on le retiroit, et on en faisoit descendre un autre sur-le-champ; et par le moyen de cette alternative continuelle, on renouveloit l'air avec tant d'abondance que *Halley* fut lui-même un des cinq plongeurs qui descendirent dans l'eau jusqu'à la profondeur de 15 ou 16 mètres (9 ou 10 brasses) et qui y restèrent un heure et demie sans le moindre danger, l'intérieur de la cloche ayant toujours été parfaitement sec.

Toute la précaution qu'il eut, fut de laisser descendre la cloche peu-à-peu et de suite, jusqu'à la profondeur de 12 pieds; il la fit arrêter ensuite, prit, avant que de descendre plus avant, de l'air frais dans quatre ou cinq barrils, et fit sortir toute l'eau qui étoit entrée dans la cloche; lorsqu'il fut arrivé à la profondeur qu'il vouloit, il laissa sortir par le robinet qui étoit au haut de la cloche, l'air chaud qui avoit été respiré, et en fit entrer du frais qu'il tira de chaque barril; quelque petite que fut cette ouverture, l'air en sortit avec tant de violence, qu'il fit bouillonner la surface de la mer.

Par ce moyen, il a trouvé le secret de pouvoir faire au fond de l'eau tout ce que l'on veut, et de faire en sorte que dans un espace aussi large que toute la circonférence de la cloche, on n'eût point d'eau par-dessus les souliers. De plus, par le moyen de la petite fenêtre pratiquée avec un verre au haut de la cloche, il y entre un jour assez considérable pour que, dans un temps où

la mer est bien nette, et surtout lorsqu'il fait un beau soleil, ou puisse lire et écrire très-facilement : lorsqu'on retiroit les barrils d'air, il envoyoit des ordres écrits avec une plume de fer sur une plaque de *Plomb* pour demander qu'on le changeât de place. D'autres fois, lorsque l'eau étoit trouble et sale, et qu'il y faisoit aussi obscur que s'il eût été nuit, il avoit la facilité de tenir dans la cloche une bougie allumée.

Le même auteur assure que, par un autre moyen qu'il a inventé, il a procuré au plongeur la liberté de sortir de la cloche, et de s'en éloigner à une assez grande distance, en lui fournissant un courant d'air continuel par de petits tuyaux qui lui servent de guides pour le ramener vers la cloche.

Le célèbre *Corn. Drebell* a trouvé un secret fort supérieur à celui dont on vient de parler, si ce qu'on en dit est vrai : il a imaginé non-seulement un vaisseau propre à être conduit à la rame sous l'eau, mais encore une liqueur, que l'on peut porter dans le vaisseau, et qui supplée à l'air frais.

Ce vaisseau a été fait pour le roi Jacques I : il contenoit douze rameurs, sans les passagers. L'essai en fut fait dans la Tamise, et un de ceux qui étoit de cette navigation sous l'eau, vivoit encore, lorsque *Boyle* en a écrit la relation.

Quant à la liqueur, *Boyle* dit qu'elle a été inventée par un physicien qui avoit épousé la fille de *Drebell*, qu'il en faisoit usage de temps en temps, lorsque l'air du vaisseau étoit échauffé par l'haleine de ceux qui y étoient, lorsqu'il ne pouvoit plus servir à la respiration : dans cet instant, il débouchoit le vase plein de cette liqueur, et rendoit à l'air une assez grande quantité d'esprits vitaux pour qu'on pût encore le respirer un temps assez considérable. *Drebell* n'a jamais voulu révéler son secret qu'à une seule personne, qui l'a dit à *Boyle*.

Malgré toutes ces belles inventions, la cloche du plongeur n'est plus d'usage ; elle entraîne avec elle trop d'embarras et trop d'inconvéniens : le plus grand de tous, et qui est inévitable, c'est la grande densité que l'air acquiert dans la cloche, par la grande pression

qu'il éprouve de la part de l'eau à une grande profondeur : cet air, ainsi comprimé, comprime à son tour toutes les parties du corps du plongeur, soit extérieurement, soit intérieurement; et par cette pression fait rompre les vaisseaux sanguins, et occasionne des crachemens de sang. Nous avons des plongeurs assez exercés, qui descendent à de plus grandes profondeurs que celles auxquelles on peut porter la cloche; mais ils y demeurent moins de temps.

PLONGEUR. On appelle ainsi celui qui descend dans l'eau pour y chercher quelque chose, et qui a contracté l'habitude d'y rester assez long-temps sans être étouffé. (*Voyez* PLONGER).

PLUIE. *Météore aqueux*. On appelle *Pluie*, l'eau qui se détache des nuages, et qui tombe en forme de gouttes. Ce ne sont autre chose que les vapeurs dont les nuages sont composés, qui étant rapprochées les unes des autres et condensées, soit par l'action des vents, soit par la condensation ou la raréfaction de l'air qui les porte, soit par ce qu'elles cessent d'être électriques, soit par quelqu'autre cause, se réunissent en forme de gouttes, lesquelles, devenues par-là trop pesantes pour se soutenir en l'air, font, en tombant, ce qu'on nomme la *Pluie*.

Les gouttes de *Pluie* sont quelquefois très-grosses : d'autres fois elles sont extrêmement petites. Voici les raisons de cette différence. Lorsque la condensation des vapeurs se fait précipitamment, et dans une portion peu élevée de l'athmosphère, où l'air ayant plus de densité, est plus en état de les soutenir, les gouttes qu'elles forment prennent plus de grosseur, sont en moindre nombre, demeurent plus écartées les unes des autres, et acquièrent beaucoup de vîtesse, en tombant; c'est ce qu'on observe presque toujours dans les *Pluies d'orage*, qui viennent ordinairement de nuages peu élevés. Mais si cette condensation se fait lentement, ou que les vapeurs ne se réunissent et ne tombent que parce que l'air qui les soutenoit, les abandonne en se raréfiant, alors les gouttes demeurent très-petites, sont en très-grand nombre, fort proches les unes des autres, et tombent lentement et avec une vîtesse presqu'uniforme. Elles

forment alors une pluie extrêmement fine, à laquelle on donne communément le nom de *Bruine*. (*Voyez* BRUINE).

Comme la *Pluie* n'est autre chose que les vapeurs qui se sont élevées dans l'athmosphère, et qui, en se condensant ensuite, se réunissent et tombent en forme de gouttes, elle doit être d'autant plus fréquente, qu'il s'élève une plus grande quantité de ces vapeurs. Or il s'en élève davantage au-dessus des mers et des grands lacs, qu'au-dessus des terres, qui fournissent moins à l'évaporation. Voilà pourquoi les *Pluies*, toutes choses égales d'ailleurs, sont beaucoup plus fréquentes dans les voisinages des côtes, qu'elles ne le sont dans le milieu des continens et des grandes îles. C'est encore la raison pour laquelle le vent d'ouest et le vent de sud nous donnent souvent de la *Pluie*, car le vent d'ouest nous apporte les nuages formés sur l'océan; et le vent de sud nous amène ceux qui ont été formés sur la Méditerranée.

On mesure continuellement à l'Observatoire de Paris la quantité de *Pluie* qui tombe pendant le cours de chaque année. Pour ces sortes d'observations, on se sert d'un vaisseau quarré ou cylindrique, dans l'intérieur duquel est graduée, suivant sa hauteur, une échelle divisée en pouces et en lignes. Toutes les fois qu'il pleut, on remarque de combien de lignes l'eau s'est élevée dans le vaisseau, et l'on en prend note sur un journal : et au bout de l'année, en additionnant toutes ces quantités, on voit quelle est la somme totale de la *Pluie* qui est tombée pendant les 12 mois. Ces observations répétées pendant un grand nombre d'années consécutives, nous ont appris qu'il tombe, année commune, à Paris, environ 19 pouces d'eau (514 millimètres). Les mêmes observations se font depuis longtems en plusieurs autres endroits, comme en Angleterre, en Italie, en Suisse, en Hollande et dans plusieurs villes d'Allemagne. Les résultats de ces observations donnent pour la quantité de *Pluie* qui tombe, année commune, à Londres, 37 pouces et demi, mesure d'Angleterre, ce qui fait environ 35 pouces 2 lignes de France (951 $\frac{1}{2}$ millimètres); à Rome 20 pouces (541 $\frac{1}{4}$

millimètres) : à Zurich, en Suisse, 32 pouces (866 millimètres), etc. *Voyez* ci-après.

La *Pluie* produit de bons et de mauvais effets par rapport à notre utilité et à notre bien-être. Ses bons effets sont, 1°. de purifier l'athmosphère, en lui enlevant et en précipitant avec elle la plus grande partie des exhalaisons qui s'y sont amassées pendant la sécheresse, et dont la trop grande quantité corromproit l'air, et pourroit causer des maladies épidémiques. Une preuve de ce bon effet, c'est qu'après la *Pluie*, nous respirons beaucoup plus à notre aise : donc elle a emporté avec elle ces exhalaisons, qui, tenant la place d'un fluide qui nous est absolument nécessaire, n'en pouvoient pas faire les fonctions, et gênoient la respiration. De plus, après la *Pluie*, l'air devient plus transparent ; donc il est moins mêlé de matières hétérogènes. Aussi les objets alors s'aperçoivent-ils plus distinctement et de plus loin : et il n'y a point de moment plus favorable pour faire usage des lunettes d'approche et des télescopes, qu'après une grosse *Pluie* et par un temps calme.

2°. Un des autres bons effets de la *Pluie*, est de rafraîchir l'air que nous respirons, et de modérer par-là la chaleur qui nous incommode souvent dans certaines saisons. Pour se convaincre qu'elle produit cet effet, il suffit de savoir que la région des nuages est presque toujours beaucoup plus froide que cette partie de l'athmosphère dans laquelle nous sommes plongés. La preuve de cela, c'est que le sommet des hautes montagnes est toujours couvert de neige, même dans le temps où il fait à leur pied une très-grande chaleur. Quiconque a voyagé sur ces montagnes, ne doute aucunement de ce fait. Lorsqu'il pleut en été, c'est donc de l'eau froide, qui se filtre à travers d'un air plus chaud qu'elle, qui doit par conséquent perdre une partie de sa chaleur, en la communiquant à l'eau. Et s'il arrive quelquefois que les *Pluies* d'hiver réchauffent l'air, ce n'est pas qu'elles viennent d'une région moins froide, mais c'est plutôt qu'elles nous sont apportées par un vent plus chaud, tel que celui du sud.

3°. La *Pluie* contribue beaucoup à la fertilité de la terre, et ce n'est pas là un des moindres avantages

que nous en tirons. Lorsqu'elle vient à propos et en quantité convenable, elle amollit la terre ; elle en divise les molécules; elle entretient la souplesse des plantes ; elle réunit les principes de la sève, et lui sert de véhicule ; et l'eau qu'elle fournit, entre elle-même pour une grande part dans la composition des végétaux. Si au contraire elle manque pendant trop long-temps, tout languit, tout devient aride, et les plantes sèchent sur pied avant d'avoir pris leur accroissement, et avant d'avoir porté leurs fruits à leur parfaite maturité.

Les *Pluies* produisent aussi fort souvent de très-mauvais effets. Lorsqu'elles sont trop froides, elles retardent les progrès de la végétation et la maturité des fruits; lorsqu'elles tombent hors de saison, elles font germer le grain sur les champs, elles pourrissent les moissons, elles font périr le gibier ; lorsqu'elles sont trop abondantes, elles gâtent les chemins, elles font déborder les rivières, ce qui en interrompt la navigation, et gêne beaucoup le commerce. Ces débordemens de rivières sont encore cause que les moulins qui y sont établis, se trouvant engorgés, ne peuvent tourner : et s'il ne fait point de vent dans ces temps-là, ou qu'il n'y ait point de moulins à vent dans le canton, il souffre beaucoup de la disette de farine.

On a cru pendant long-temps, et quelques-uns même croient encore que ce qui tombe de la nuée, n'est pas toujours de l'eau pure ; qu'il en vient quelquefois des matières très-étrangères et très-différentes de l'eau par leur nature et leur consistance; comme, par exemple, du sable, du soufre, du grain, du sang, etc. Mais, pour peu qu'on eût fait quelque attention, on se fût détrompé d'une erreur aussi grossière, et l'on eût vu que ces merveilles n'avoient rien moins que de la réalité. Il est vrai qu'on a vu quelquefois des espèces de pluies de sable à des distances assez considérables de la mer ; mais il est tout simple de les regarder comme un effet du vent ou de la tempête : l'un et l'autre produisent quelquefois des effets bien plus surprenans, qui demandent beaucoup plus de force, et qu'on ne manque pas, malgré cela, de leur attribuer. Le vent déracine des arbres énormes, et les transporte quelquefois à des

distances assez grandes du lieu où ils étoient plantés. Il enlève en entier la couverture d'un bâtiment, et en jette au loin la charpente. Ces tempêtes sont des *Trombes*. (*Voyez* TROMBE). Il est capable de produire plusieurs autres effets pareils, et qui sont bien plus qu'équivalens à un simple transport de sable. Dans les Mémoires de *Breslaw* (*Octobre* 1721), il est fait mention d'une pluie de soufre qui mit l'alarme dans la ville de Brunswick. En 1649, les habitans de Copenhague crurent aussi ramasser du soufre dans les rues, après une grosse *Pluie*, à laquelle ils en trouvèrent une forte odeur. En 1677, *Scheuchzer* observa à Zurich, en Suisse, une poudre jaune qui tomba en abondance, et qu'il eût été aisé de prendre pour du soufre ; mais bien loin de se laisser emporter au torrent, et de croire avec les autres que c'étoit réellement du soufre, il examina attentivement cette poudre, et reconnut que c'étoit la poussière des étamines des jeunes pins, qui étoient fort communs dans les environs du lac. Il arriva, il y a quelques années, un semblable phénomène à Bordeaux: il y tomba une quantité considérable d'une poudre jaune, dont on envoya quelques paquets à l'Académie des Sciences de Paris, et qui fut aussi reconnue pour de la poussière des étamines de pins, qui se trouvent en grande quantité dans le pays. Les *Pluies* de grains n'ont pas plus de réalité que celles de sable et de soufre. Il est vrai qu'on a vu quelquefois, après une grosse *Pluie*, la terre couverte d'une grande quantité de menus grains, qui avoient une sorte de ressemblance avec le froment; mais, lorsqu'on a examiné ces grains avec attention, on a reconnu que c'étoient de petites bulbes, qui se forment en grande quantité aux racines d'une espèce de renoncule, appelée *Petite Chélidoine*. Ces bulbes sont d'abord couvertes de poussière, et ne paroissent point ; mais la *Pluie*, qui survient, les lave et les rend apparentes. Toutes les fois qu'on se défera des préjugés populaires, qu'au lieu de céder aux premières apparences, on examinera avec circonspection, et qu'on ne se pressera pas de juger, on découvrira la vraie cause de ces effets, qui surprennent d'abord et qui effraient le peuple, et tout le merveilleux dispa-

roîtra. Ce qui a fait croire au peuple ignorant et effrayé qu'il avoit quelquefois plu du sang; ce sont des taches rougeâtres, qu'on a remarquées sur les murailles, et qui étoient produites par quelques gouttes d'une liqueur de cette couleur, que répandent, en sortant de leur chrysalide, certains papillons, dont les chenilles vont s'attacher aux murs, lorsqu'elles veulent subir leur première métamorphose. La preuve de cela, c'est que ces taches se sont trouvées non-seulement dans les endroits exposés à la pluie, mais même dans les endroits couverts, comme le dessous des entablemens des portes et des fenêtres; et qu'outre cela l'air s'est, immédiatement après, trouvé rempli d'une multitude prodigieuse de papillons de la même espèce. S'il se trouvoit quelques-uns de ces phénomènes, dont on ne pût pas découvrir la vraie cause, il ne faudroit pas dire pour cela que ces matières étrangères viennent réellement de la nuée; car, avant de l'assurer, il faudroit expliquer comment elles y ont été transportées, et comment elles ont pu y être soutenues; ce qui seroit certainement impossible.

Il y a encore une grande quantité de gens, et j'en trouve souvent de cette espèce, qui ont la simplicité de croire qu'il pleut des crapaux, et il ne faut pas croire qu'on pourra les dissuader par des raisonnemens: les raisonnemens n'ont sur eux aucune prise. On auroit beau leur dire que les crapaux ne sont crapaux que lorsqu'ils ont un certain âge, qu'après avoir déjà long-temps vécu sous une autre forme; qu'ils viennent d'un frai qui doit être déposé dans l'eau, et continuer d'y demeurer, sans quoi il se dessécheroit, et le germe ne pourroit se développer: que les petits animaux qui en proviennent, et que l'on connoît alors sous le nom de *Têtards*, n'ayant point de pattes, mais une longue queue, sont contraints de continuer à vivre dans l'eau, jusqu'à ce que leurs pattes soient développées, et que leur queue soit entièrement ou presqu'entièrement disparue; qu'alors ils sont trop pesans pour pouvoir être élevés jusqu'au nuage et y demeurer suspendus; qu'il est plus raisonnable de penser que ces petits animaux, qui étoient cachés sous des herbes ou dans des trous, sont déter-

minés par la *Pluie* à sortir de leurs retraites : tout cela ne les fera point changer d'avis : ils ont vu les petits crapaux sur la terre après la *Pluie ;* donc, selon eux, ils sont tombés du nuage.

Nous avons dit que la région des nuages est presque toujours plus froide que cette partie de l'athmosphère dans laquelle nous sommes plongés ; il arrive même quelquefois qu'elle est assez froide pour géler les vapeurs qui composent les nuages : elles tombent alors en *neige* ou en *grêle :* elles tombent en neige, si le froid les saisit avant qu'elles soient réunies en grosses gouttes. (*Voy.* NEIGE). Elles tombent en grêle, si elles ont le temps de se réunir en gouttes, avant d'être prises par la gelée. (*Voyez* GRÊLE).

Quoique la *Pluie* vienne le plus souvent des nuées, l'on a cependant remarqué qu'il pleuvoit aussi en été, quoiqu'il ne parût aucun nuage dans l'air ; mais cette *Pluie* n'est pas abondante : elle ne tombe qu'après une chaleur excessive et comme étouffante, lorsque l'air est calme depuis quelque temps ; ce qui paroît venir de ce qu'une si grande chaleur élève dans l'air une plus grande quantité de vapeurs que celle que ce fluide peut soutenir, ou de ce que ces vapeurs entourées d'une athmosphère électrique, suffisante à la vérité pour les élever, perdent cette vertu, et en sont dépouillées lorsqu'elles se sont élevées dans une région plus haute et plus froide : joignez encore à cela que la chaleur venant à diminuer, ces vapeurs se condensent ; elles perdent alors une partie de la force avec laquelle elles s'élevoient, et s'unissent les unes aux autres, et elles forment des gouttes d'eau qui se précipitent et tombent sur la surface de notre globe.

Lorsque la *Pluie* est sur le point de tomber, on remarque plusieurs nuées blanches qui flottent dans le ciel où elles sont éparses : ces nuées s'approchent les unes des autres, et elles forment, par leur concours, une nuée uniforme ; elles couvrent toute l'étendue de notre horizon ; elles se condensent, elles descendent, elles perdent alors un peu de leur blancheur, elles dérobent à nos yeux une plus grande ou une moins grande quantité de lumière, elles paroissent exhaler vers notre globe

globe une espèce de fumée, et enfin elles lancent leur eau sur la surface de la terre : plus les nuées sont blanches, moins la *Pluie* est abondante, et plus les gouttes sont fines ; mais, lorsque les nuées sont noires, la *Pluie* est beaucoup plus abondante, et les gouttes en sont plus grosses. On observe quelquefois que ces sortes de nuées ne se rassemblent point en une seule qui couvre toute l'étendue du ciel, mais on les voit flotter solitairement dans l'étendue des cieux, chacune lance son eau, et verse une *Pluie* abondante : cette *Pluie* cesse sitôt que le vent a repoussé la nuée, et lorsque le ciel redevient serein.

Il arrive souvent que lorsque la *Pluie* commence à tomber, les gouttes sont très-petites, et qu'elles augmentent aussitôt en grosseur, quelquefois même en densité ; qu'ensuite elles diminuent de densité et de grosseur, et qu'enfin elles deviennent très-petites, très-rares, et que la *Pluie* cesse. Il arrive encore que le ciel devient aussitôt très-clair, et que le soleil brille ; il arrive aussi quelquefois que les nuées demeurent suspendues dans le même endroit. Le premier de ces deux cas ne viendroit-il pas de ce que la partie inférieure de la nuée auroit d'abord perdu lentement sa vertu électrique, ensuite un peu plus promptement, et qu'il n'en seroit resté qu'une très-petite quantité dans sa partie supérieure, qui se seroit perdue insensiblement ? Ce qui auroit dissipé et fait tomber toute la nuée ; tandis que, dans le second cas, l'électricité de la partie inférieure de la nuée se seroit élevée de couche en couche, et se seroit rassemblée et accumulée vers la partie supérieure ; ce qui auroit conservé cette nuée.

Il arrive très-fréquemment qu'une nuée moins électrique rencontre sur son passage une autre nuée aqueuse et plus électrique qu'elle : l'électricité de cette dernière se communique alors à la première ; celle-ci devenant plus électrique, s'élève plus haut dans l'athmosphère, tandis que l'autre, ayant perdu une partie de sa matière électrique, se condense, descend, et se change en *Pluie* : mais si la première nuée qu'elle vient de rencontrer ne lui a pas assez enlevé de matière électrique pour la faire descendre, elle pourra néanmoins

descendre par la suite, lorsqu'elle aura rencontré d'autres nuées auxquelles elle communiquera encore de son électricité. On observe que les vents occasionnent la *Pluie*; 1°. Lorsqu'ils soufflent de haut en bas contre une nuée, parce qu'ils la compriment alors; ils lui enlèvent sa vertu électrique en tout ou en partie, et ils obligent les parties aqueuses à se rassembler et à former de la *Pluie*.

2°. Lorsque les vents rencontrent quelques nuées de vapeurs qui viennent de la mer, et qui sont suspendues au-dessus, ils les chassent vers la terre, et ils les poussent contre des hauteurs, des montagnes, des forêts; ce qui fait que ces nuages se dépouillent de leur matière électrique qu'ils communiquent aux corps qu'ils touchent; ce qui oblige ces vapeurs à se rassembler et à se convertir en *Pluie*. C'est pour cette raison que les pays montagneux sont plus sujets à la *Pluie* que les pays plats, ainsi qu'on peut s'en convaincre par plusieurs observations. On a observé en Angleterre que dans la province de Lancaster, où il y a de hautes montagnes, il tombe chaque année environ 41 pouces d'eau, ainsi que les observations de *Townley* nous l'apprennent; tandis que, suivant celles de *Derham*, il n'en tombe à Upminster que 19 $\frac{1}{2}$ pouces.

3o. De même que les montagnes rompent les nuées, de même des vents, qui ont des directions contraires, les poussent les unes contre les autres, et les compriment. On a remarqué qu'il pleut quelquefois à verse dans l'Océan Ethiopique, vis-à-vis de la Guinée, parce que les vents semblent s'y réunir de toutes parts, et qu'après avoir rassemblé de plusieurs côtés les nuées, ils les poussent vers un endroit où ils les compriment. Nous observons aussi dans ce pays que, lorsqu'un gros vent vient à tomber par l'opposition de quelque vent contraire, les nuées se trouvent alors comprimées par ces vents, et se changent en une grosse *Pluie* qui se précipite.

4°. Comme il se forme beaucoup de nuées des vapeurs de la mer, les vents qui viennent de la mer vers notre continent, sont ordinairement accompagnés de *Pluie*; au lieu que les autres vents qui soufflent sur la

terre ferme, n'emportent avec eux que peu de nuées, et ne sont pas par conséquent pluvieux.

Additionnant la quantité de *Pluie* qui tombe pendant plusieurs années, et divisant cette somme par le nombre des années, on trouve pour quotient un terme moyen qui indique la quantité moyenne de *Pluie* qui tombe dans un endroit pendant le cours d'une année : or on trouve que ce terme moyen diffère non-seulement pour les différentes régions, mais encore pour les différentes villes d'une même région.

La quantité moyenne de *Pluie* qui tombe à Utrecht dans l'espace d'un an, = 24 pouces Rhenan.
A Leyde, = 29 $\frac{1}{3}$
A Harlem, = 24 pouces.
A la Haye, = 27 $\frac{1}{2}$.
A Delft, = 27 pouces.
A Dordrecht, 40 pouces.
A Midelbourg en Zéelande, = 33 pouces.
A Zuiderzée, = 27 pouces.
A Hardewick, = 27 pouces.
A Paris, = 20 p. mes. de Paris.
A Lyon, = 37 pouces.
A Rome, = 20 pouces.
A Padoue, = 37 $\frac{1}{2}$.
A Pise, = 34 $\frac{1}{2}$.
A Zurich, en Suisse, = 32 pouces.
A Ulm, = 26 $\frac{1}{6}$ p. Rhenan.
A Wirtemberg, = 16 $\frac{1}{2}$.
A Berlin, = 20 p. Rhenan.
A Lancaster, en Angleterre, = 41 p. de Londres.
A Upminster, = 19 $\frac{1}{2}$.
A Plymouth, = 30,909 p. de Londres.
A Edimbourg, = 22,518 pouces.
A Upsal, en Suède, = 15 pouces.
A Alger, en Afrique, = 27 ou 28 p. de Londres.
A Madère, = 31 p. de Londres.
A Charlestown, en Amérique, = 51 p. de Londres.

Etat de la Pluie *tombée à Paris chaque année, depuis et compris* 1702 *jusqu'en* 1757; *la neige réduite en eau en fait partie.*

Cet état est tiré de la *Connoissance des Temps*, et le premier se trouve pour 1702 dans le volume de 1704, où il est marqué mois par mois; le total est de 16 pouces 4 lignes (442 millimètres). Il y avoit apparemment des observations antérieures; car l'auteur ajoute: *ce qui est beaucoup moins que dans les années communes qui donnent* 19 *pouces (*514 *millimètres).*

Dans les volumes suivans, on ne trouve que le total de l'année et non de chaque mois.

Années.	*Pouces.*	*Lignes.*	*Années.*	*Pouces.*	*Lignes.*
1702	16	4	1730	16	
1703	17	4	1731	19	
1704	19	10	1732	13	9
1705	13	11	1733	9	9
1706			1734	17	4
1707	17	11	1735	13	10
1708	18	6	1736	15	
1709	21	9	1737	15	10
1710	15	9	1738	14	9
1711	25	2	1739	19	1
1712	21	2	1740	21	6
1713	20	7	1741	12	10
1714	14	9	1742	12	9
1715	17	6	1743	13	2
1716	14	4	1744	16	10
1717	17	8	1745	12	5
1718	13	2	1746	14	5
1719	9	4	1747	15	11
1720	17	2	1748	17	8
1721	12	7	1749	19	
1722	14	6	1750	20	10
1723	7	8	1751	23	2
1724	12	4	1752	19	4
1725	17	6	1753	17	7 $\frac{1}{2}$
1726	11	4	1754	14	6
1727	13	8	1755	19	9
1728	15	2	1756	23	4
1729	17		1757	22	5

Les *Mémoires de l'Académie* ne donnant plus, depuis quelques années, la quantité de *Pluie* annuelle, nous n'avons pu pousser cette table plus loin.

Terme moyen de la *Pluie* tombée à Paris, depuis et compris 1702, époque où l'on a commencé à la mesurer.

De 1702 à 1710,	18 pouces et demi.
De 1711 à 1720,	17 pouces 1 ligne.
De 1721 à 1730,	13 pouces 9 lignes.
De 1731 à 1740,	16 pouces.
De 1741 à 1750,	15 pouces 7 lignes.
De 1751 à 1757,	20 pouces.

PLURALITÉ DES MONDES. La ressemblance que l'on trouve entre les planètes et la terre, nous conduit naturellement à penser, comme l'ont fait les plus grands Philosophes, anciens et modernes, qu'elles sont destinées à recevoir et à nourrir des êtres vivans et intelligens comme nous, et qu'elles sont habitées. De là naît la *Pluralité des Mondes.* Elle a été soutenue par les plus anciens Philosophes, et depuis par *Huyghens*, dans un ouvrage qu'il a composé sur les *Mondes Planétaires*, intitulé : *Kosmotheoros*, dans lequel il prouve qu'il doit y avoir dans la lune et dans les autres planètes des habitans, comme il y en a sur la terre. *Fontenelle* a ensuite traité cette matière avec toutes les graces et tout l'esprit que l'on pouvoit attendre d'un si beau génie.

La ressemblance est si parfaite entre la terre et les autres planètes, que, si la terre a été faite pour être habitée, nous ne pouvons douter que les planètes ne le soient également. Nous voyons sept planètes tourner autour du soleil; la terre est la troisième; elles tournent toutes les sept dans des orbites elliptiques : elles ont un mouvement de rotation sur leur axe, comme la terre; elles ont, comme elle, des inégalités, des montagnes : il y en a quatre qui ont des satellites; et la terre en est une; Jupiter est applati, comme la terre; il en est vraisemblablement ainsi des autres planètes; enfin il n'y a pas un seul caractère de ressemblance qui ne s'ob-

serve réellement entre les planètes et la terre : est-il possible, d'après cela, de supposer que l'existence des êtres vivans et pensans soit restreinte à la terre? Sur quoi seroit fondé ce privilège?

Ce que l'on dit des sept planètes qui tournent autour du soleil, s'étend naturellement aux planètes secondaires qui tournent autour d'une planète principale, et de même à tous les systêmes planétaires, qui probablement environnent les étoiles. Car chaque étoile paroit être, comme le soleil, un corps lumineux et immobile : et si le soleil est fait pour éclairer les planètes qui l'environnent, on doit présumer la même chose de chaque étoile. On objecteroit vainement que ce systême est contraire à la religion : on ne voit pas en quoi. Au contraire, si l'étendue des ouvrages du Créateur annonce sa gloire et sa puissance, peut-on en concevoir une idée trop sublime?

PLUVIOSE. Cinquième mois de l'année de la République française. Ce mois qui a 30 jours comme les autres, commence le 20 janvier et finit le 18 février : mais dans l'année qui suit immédiatement l'année sextile, ce mois *Pluviôse* commence le 21 janvier et finit le 19 février; parce que l'année sextile a six jours complémentaires ; ce qui retarde d'un jour le commencement de l'année suivante. (*Voyez* ANNÉE SEXTILE). On lui a donné le nom *Pluviôse*, parce que dans ce mois-là il tombe ordinairement beaucoup de pluie.

PNEUMATIQUE. Science qui a pour objet les propriétés de l'air et les loix que suit ce fluide dans sa gravitation, sa condensation, sa raréfaction, son élasticité, etc. Ces propriétés et ces loix sont détaillées aux articles *Air* et *Athmosphère*. (*Voyez* AIR *et* ATHMOSPHÈRE).

PNEUMATIQUE. (*Machine*) (*Voyez* MACHINE PNEUMATIQUE).

POIDS. Effort avec lequel un corps tend à descendre. Cet effort est proportionnel à la quantité de matière propre que contient ce corps. Chaque particule de matière a une tendance déterminée vers un certain point : pour tous les corps sublunaires, ce point est le centre de la terre. Cette tendance s'ap-

pelle *Gravité* ou *Pesanteur*. (*Voyez* GRAVITÉ *et* PESANTEUR). Elle est égale pour toutes les particules de matière; c'est-à-dire, que chacune de ces particules tend, avec une égale force, vers le centre de la terre. Ainsi plus un corps contiendra de ces particules, plus il aura de *Poids*; parce que le *Poids* consiste dans la somme de toutes ces tendances réunies. C'est là ce qu'on appelle *Poids absolu* ou *Masse*. (*Voyez* MASSE).

On appelle *Poids relatif* celui qu'on compare au volume : et ce *Poids relatif* est d'autant plus grand, que le volume est plus petit, le *Poids absolu* demeurant toujours le même. Ainsi le *Poids relatif* d'un même corps peut changer, quoique son *Poids absolu* ne varie pas; ce qui arrive lorsque le volume augmente ou diminue sans addition ou déperdition de matière. Le *Poids relatif* d'un corps deviendra donc plus grand, sans que son *Poids absolu* change, si son volume diminue sans déperdition de matière; car alors il aura autant de *Poids absolu* sous un petit volume, qu'il en avoit auparavant sous un plus grand. Au contraire, le *Poids relatif* de ce même corps deviendra plus petit sans que son *Poids absolu* change, si son volume augmente sans addition de matière; car alors il n'aura pas plus de *Poids absolu* sous un grand volume, qu'il n'en avoit auparavant sous un plus petit. De même le *Poids relatif* de deux corps peut être différent, quoique leur *Poids absolu* soit le même. Supposons deux corps qui pèsent chacun 60 grammes, leur *Poids absolu* est le même; mais le volume de l'un est de 20 centimètres cubes, tandis que le volume de l'autre est de 40 centimètres cubes : leur *Poids relatif* est différent; car l'un a autant de *Poids absolu* sous un volume simple qu'en a l'autre sous un volume double. Le *Poids relatif* de deux corps peut aussi être le même, quoique leur *Poids absolu* soit différent. Supposons deux corps dont l'un pèse 30 grammes, et l'autre 60 grammes : leur *Poids absolu* est différent; mais le volume de celui qui pèse 30 grammes est de 20 centimètres cubes; tandis que le volume de celui qui pèse 60 grammes est de 40 centimètres cubes : leur *Poids relatif* est le même; car chacun d'eux a un *Poids absolu* égal sous

un volume égal. C'est ce *Poids relatif* qu'on appelle *Densité*. (*Voyez* DENSITÉ). Ainsi un corps a d'autant plus de *densité*, que son *Poids relatif* est plus grand; c'est-à-dire, qu'il a d'autant plus de *densité*, qu'il a un *Poids absolu* plus considérable sous un volume déterminé.

POIDS. *Terme de Mécanique.* C'est l'une des forces employées dans la *Mécanique*, et qui est propre à produire le mouvement. Tels sont les corps inanimés qui ont de la pesanteur, et qui tendent naturellement vers le centre de la terre, tant qu'ils ne trouvent point d'obstacles supérieurs à cette tendance. Les *Poids* sont très-avantageux pour donner un mouvement uniforme à une machine; ce que ne produisent que très-difficilement les autres puissances, quelles qu'elles soient. Aussi s'en sert-on pour les horloges, dans lesquelles on demande un mouvement toujours égal. Les *Poids* sont plus propres qu'aucune autre puissance à en approcher; je dis, à en approcher; car la force avec laquelle ils agissent, n'est pas toujours parfaitement égale, puisque leur *Poids relatif* varie, selon que leur volume est augmenté par le chaud ou diminué par le froid, et cela sans que leur *masse* ait souffert aucun changement.

Les *Poids* ne sont pas une force qu'on doive employer dans toutes les machines. Il arrive souvent que pour les appliquer à ces machines, et les mettre en état d'agir, il faudroit employer autant et même plus de force qu'ils n'en ont eux-mêmes : par exemple, un *Poids* de 100 kiliogrammes qu'on voudroit faire agir en descendant de la hauteur de 10 mètres, demanderoit plus de 100 kiliogrammes de force pour être élevé à cette hauteur, à cause du frottement de la machine à laquelle on voudroit l'appliquer. Dans ce cas-là on ne doit donc pas se servir de *Poids*; il vaut mieux alors appliquer immédiatement à la machine la force qu'on emploieroit pour monter le *Poids*, à moins que le cas n'exige que la puissance agisse de haut en bas, comme lorsqu'on enfonce des pilots avec le *mouton*.

Dans toutes les machines il y a une proportion nécessaire entre le *Poids* et la puissance motrice. Si on

veut augmenter le *Poids*, il faut aussi augmenter la puissance; c'est-à-dire, que les roues ou autres agens doivent être multipliés, ou, ce qui revient au même, que le temps doit être augmenté, ou la vitesse diminuée. (*Voyez* PUISSANCE).

Le centre de gravité *F* (*Pl. LXXVII, fig.* 55) d'un corps *I H*, avec le *Poids* de ce corps étant donnés, trouvez le point *M* par lequel il doit porter sur un plan horizontal, afin qu'un *Poids* donné, suspendu en *L*, ne puisse pas faire écarter le corps *I H* de la situation horizontale.

Imaginez qu'il y ait au centre de gravité *F* un *Poids* égal à celui du corps *H*, et trouvez le centre commun de gravité *M* de ce *Poids* et du *Poids G*, le point *M* sera le point qu'on demande.

Supposons, par exemple, que *F* soit le centre de gravité d'un bâton, éloigné de 48 centimètres de son extrémité; le *Poids* du sceau d'eau *G* de 12 kilogrammes; le *Poids* du bâton d'un kilogramme; on aura, 12 : 1 :: 48 : 4. Il n'est donc pas étonnant que le sceau pende après le bâton qui est couché sur la table, sans le faire tomber. Si on met un *Poids CD* ou *A* sur l'extrémité d'une table, il ne tombera point tant que le centre de gravité de ce corps sera appuyé sur la table; car le centre de gravité est le point où se réunit tout l'effort de la pesanteur. Ainsi un fort long bâton peut se soutenir sur une table, pourvu que la partie de ce bâton qui est hors de la table, soit un peu moins longue que celle qui porte sur la table; car le centre de gravité du bâton est supposé à son point de milieu, et par conséquent, dans la situation dont nous parlons, le centre de gravité du bâton se trouvera appuyé sur la table.

POIDS. (*Contre-*) (*Voyez* CONTRE-POIDS).

POIDS. (*Porte-*) (*Voyez* PORTANT).

POIDS DÉCIMAUX. On appelle ainsi des *Poids* qui, à mesure qu'ils augmentent, sont toujours décuples les uns des autres : tels sont les *nouveaux Poids*. (*Voyez* POIDS NOUVEAUX).

POIDS NOUVEAUX. *Poids* ordonnés par décret de la Convention nationale, du 18 germinal de l'an 3

de l'ère républicaine française (7 avril 1795, v. s.); chacun de ces *Poids* est une partie décimale du *Poids* du mètre cube d'eau distillée, lequel *Poids* est 2044 livres 6 onces 0 gros 40 grains, poids de marc. En divisant ce poids toujours de 10 en 10, on arrive à un petit *Poids*, appelé *gramme*, et que l'on prend pour l'unité de *Poids*. Je joins ici les noms et les valeurs de tous ces *Poids* exprimées aussi en poids de marc.

POIDS.

Noms des poids.	*Rapports avec le gramme.*	*Rapports avec le milligramme.*	*Poids de marc.*			
	Gm.	M. gm.	Liv.	On.	Gr.	gr.
Myriagramme...	10000	10000000	20	7	0	58
Kiliogramme....	1000	1000000	2	0	5	49
Hectogramme..	100	100000		3	2	12,1
Décagramme....	10	10000			2	44.41
Gramme	1	1000				18,8421
Décigramme.....	0,1	100				1,88421
Centigramme....	0,01	10				0,188421
Milligramme....	0,001	1				0,0188421

POINT. Portion d'étendue, qu'on peut considérer comme ayant infiniment peu de longueur, de largeur et de profondeur. Par exemple, les extrémités d'une ligne se nomment des *Points*. On appelle aussi *Points*, les endroits où une ligne est coupée, de même que ceux où des lignes se rencontrent.

On appelle encore *Point*, la douzième partie d'une *ligne*. (*Voyez* Ligne).

POINT D'APPUI. *Terme de Mécanique.* C'est, dans une machine, la partie autour de laquelle les autres se meuvent, et sur laquelle elles sont portées. Dans un levier, par exemple, c'est le *Point* sur lequel le levier se meut : dans une balance, c'est le *Point* de la chasse sur lequel repose l'axe du fléau, etc. Il arrive quelquefois que le *Point d'appui* n'est pas un *Point* unique, mais une suite de *Points;* comme, par exemple, l'axe

d'une sphère : tout les *Points* de l'axe servent de *Points d'appui* à la sphère.

Le *Point d'appui* peut être regardé comme une troisième puissance qui fait équilibre à la force motrice et à la résistance, ou qui concourt avec l'une des deux pour porter l'effort de l'autre.

Dans les leviers du premier genre, le *Point d'appui C*, (*Pl XIV*, *fig.* 6.) qui se trouve alors placé entre la puissance *D* et la résistance *E*, porte l'effort absolu de ces deux forces, lorsque les directions *D A* et *E B* de ces forces sont parallèles entr'elles ; et l'effort qui se fait sur le *Point d'appui C*, se fait dans une direction *C F* parallèle à celles de ces forces. Mais si les directions *I Q* de la puissance et *E N* de la résistance (*fig.* 7.) sont inclinées l'une à l'autre, le *Point d'appui L* est chargé d'une quantité moindre que la somme totale des deux forces, et d'une quantité d'autant moindre, que cette inclinaison est plus grande : et l'effort qui se fait alors sur le *Point d'appui L*, se fait dans une direction *L M* qui tend au point de concours *M* des directions des puissances. Il en seroit de même, si les puissances *f* et *g* (*fig* 8,) étoient en équilibre entr'elles, par inégalité de distance au *Point d'appui H*; c'est-à-dire, dans le cas où leurs masses seroient en raison inverse de leurs distances *f H* et *g H* au *Point d'appui*. La charge sur ce *Point d'appui* ne seroit jamais plus grande que la somme des deux forces, ou la somme des masses opposées : elle seroit égale à cette somme, si les directions des puissances étoient parallèles entr'elles; mais elle seroit moindre que cette somme, si ces directions *e c*, *e c* étoient inclinées l'une à l'autre : et alors l'effort sur le *Point d'appui H* se feroit dans une ligne *H I* qui tendroit au point de concours *I* de ces directions.

Dans les leviers du second genre, le *Point d'appui* ne porte qu'une partie de l'effort de l'une des deux forces; c'est-à-dire, qu'il concourt avec la puissance ou avec la résistance pour porter l'effort de l'autre. Comme lorsque deux hommes portent un fardeau, au moyen d'un bâton appuyé sur leurs épaules. Ces deux hommes, dont l'un peut être regardé comme la puissance et

l'autre comme le *Point d'appui*, ces deux hommes, dis-je, ne portent chacun qu'une partie du fardeau.

POINT DE CONCOURS. (*Voyez* CONCOURS). (*Point de*)

POINT D'INCIDENCE. *Point* d'un corps sur lequel tombe un autre corps qui vient le toucher. Par exemple, en catoptrique, le *Point d'incidence* est le *Point B* (*Planche LXXXVI*, *fig.* 26.) sur lequel tombe le rayon de lumière *A B*.

POINT LUMINEUX. Nom que l'on a donné au petit *Point* de lumière que l'on apperçoit à la pointe d'un conducteur électrisé par un globe de soufre, ou de cire d'Espagne, ou de toute autre matière résineuse, que l'on apperçoit, dis-je, à l'extrémité de ce conducteur la plus éloignée du globe. On a aussi donné le même nom au petit *Point* de lumière, que l'on apperçoit à l'extrémité d'une pointe, que l'on présente à une distance convenable d'un corps électrisé par un globe, un plateau ou un tube de verre.

Si l'on électrise un conducteur, par le moyen d'un globe fait de soufre ou de quelque matière résineuse, on n'apperçoit, à son extrémité la plus reculée du globe, qu'un feu fort brillant, à la vérité, mais d'un très-petit volume; tandis qu'on voit une très-belle aigrette, bien épanouie, à l'extrémité d'un corps électrisable par communication, qu'on présente à une distance convenable de ce conducteur. Le premier de ces deux feux est celui auquel on a donné le nom de *Point lumineux*. De même, si l'on électrise un conducteur, par le moyen d'un globe de verre, on apperçoit, à son extrémité la plus reculée du globe, une très-belle aigrette, bien épanouie; tandis qu'on ne voit qu'un *Point lumineux* à l'extrémité d'une pointe de métal, qu'on présente à une distance convenable de ce conducteur.

Quelques physiciens prétendent que ces deux feux (l'*aigrette* et le *Point lumineux*), sont de natures différentes; que la matière qui les produit, n'a pas la même direction dans les deux corps, à l'extrémité desquels on les apperçoit; c'est-à-dire, qu'elle sort de l'un, et qu'elle ne fait qu'entrer dans l'autre. Cette matière sort, disent-ils, du conducteur électrisé par le globe de verre, ainsi

que du corps présenté au conducteur électrisé par le globe de soufre, et forme, en sortant, cette belle aigrette lumineuse qu'on y apperçoit : mais elle ne sort point, et elle ne fait qu'entrer dans le conducteur électrisé par le globe de soufre, ainsi que dans le corps présenté au conducteur électrisé par le globe de verre; et c'est à l'extrémité de ces corps qu'on apperçoit le *Point lumineux*. On ne doit pas nier que la matière électrique entre dans ces corps; mais il est aussi très-clairement prouvé qu'il en sort en même temps une matière semblable. Le *Point lumineux* est un feu d'un trop petit volume, pour pouvoir appercevoir, à la vue simple, la direction des rayons qui le composent : mais qu'on le regarde à travers d'un verre lenticulaire de 7 ou 8 centimètres (deux ou trois pouces) de foyer, il paroîtra alors d'un volume assez considérable, pour qu'on puisse voir clairement qu'il est, comme les aigrettes, composé de rayons divergens, qui sortent de la pointe, au bout de laquelle ils paroissent, et qui ont un mouvement progressif en avant; que ce *Point lumineux*, en un mot, ne diffère de l'aigrette que par sa petitesse, de même que la flamme d'une très-petite bougie diffère de celle d'un flambeau. Si l'on présente le visage ou la main devant la pointe, à l'extrémité de laquelle paroît le *Point lumineux*, on sent un souffle léger, qui est capable de faire onduler les liqueurs sur lesquelles on le dirige. Si l'on y présente la flamme ou la fumée d'une bougie nouvellement éteinte, on voit une partie de cette flamme ou de cette fumée poussée en avant, comme elle le seroit par le vent d'un petit soufflet; tandis que l'autre partie est dirigée vers la pointe. Si cette pointe est creuse et remplie de quelque liqueur, et qu'à son extrémité il n'y ait qu'un très-petit trou, de manière que la liqueur, par son poids, n'en puisse sortir que goutte à goutte; lorsque la pointe sera dans le cas de faire voir le *Point lumineux*, la liqueur, qui ne tomboit d'abord que goutte à goutte, s'écoulera avec une accélération très-sensible, et par plusieurs petits jets continus et divergens, qui représenteront une sorte d'aigrette.

Or une matière qui se fait sentir comme un souffle

léger, qui fait onduler les liqueurs qu'on lui présente; qui pousse en avant la flamme ou la fumée d'une bougie, qui fait accélérer l'écoulement d'une liqueur renfermée dans la pointe, doit-elle être regardée comme une matière qui ne fait qu'entrer dans cette pointe? Tout cela ne doit-il pas plutôt être regardé comme l'effet d'une matière qui en sort? Aussi est-ce ainsi qu'en ont jugé tous ceux qui ont été témoins de ces faits, et qui n'avoient aucune raison de desirer qu'ils se passassent autrement.

De plus si, au lieu d'une pointe fine, on présente à un conducteur électrisé par un globe de verre, un corps non pointu, comme, par exemple, le bout du doigt, ou un boulon de fer, on verra à son extrémité, au lieu du *Point lumineux*, une aigrette presque aussi belle et aussi épanouie que celle qui part du conducteur: et la vue simple suffira pour faire voir que ses rayons ont un mouvement progressif en avant. Dira-t-on que la matière électrique sort du corps présenté au conducteur électrisé par un globe de verre, lorsque ce corps a un certain volume; mais qu'elle ne fait qu'entrer dans ce corps présenté, lorsqu'il est terminé par une pointe fine? Ce ne seroit pas là le compte de ces messieurs, dont nous combattons l'opinion; et il faudroit alors donner les raisons de cette différence. Il est donc plus raisonnable de penser, comme ils le font eux-mêmes, que cette matière se dirige toujours de la même façon dans ce corps présenté, quels que soient et sa figure et son volume. Mais l'expérience fait voir très-clairement, comme nous venons de le dire, que lorsque ce corps a un certain volume, la matière électrique se dirige du dedans au dehors de ce corps: il faut donc convenir qu'elle se dirige de la même façon, même lorsqu'il est terminé en pointe.

De plus, nous avons donné ci-dessus des preuves directes qu'il y a une matière qui passe du dedans au dehors des pointes, à l'extrémité desquelles on apperçoit le *Point lumineux*. Ce n'est donc pas seulement une matière qui entre; il y en a aussi une qui sort.

POINT RADIEUX. *Point* visible d'où part un faisceau de rayons divergens. Ce faisceau, arrivant à notre

œil, forme un cône dont le sommet est au *Point radieux*, et dont la base s'appuie sur la prunelle : lequel cône se convertit ensuite, en traversant les humeurs de l'œil, en un autre cône opposé au premier par sa base, et dont le sommet va toucher le fond de l'œil. C'est par de pareils faisceaux que nous voyons chaque point éclairé d'un objet. (*Voyez* VISION).

POINTS ÉLECTRIQUES. On appelle ainsi les extrémités pointues des corps électrisables par communication, auxquelles on attribue la propriété, 1°. de pousser plus aisément et plus efficacement le feu électrique, dans le cas où ces corps sont actuellement électrisés, qu'ils ne le feroient, si, au lieu d'être terminés en pointe, ils finissoient par une extrémité arrondie ou coupée quarrément : 2°. de tirer plus efficacement et de plus loin le feu électrique d'un corps actuellement électrisé, devant lequel on les présente, que ne le feroient des corps obtus. C'est cette propriété que l'on appelle *Pouvoir des Pointes*, et que *Franklin* a remarqué le premier. (*Voyez* POUVOIR DES POINTES).

POINTES. (*Pouvoir des*) (*Voyez* POUVOIR DES POINTES).

POINTS CARDINAUX. Nom que l'on donne à quatre *Points* de l'horizon, savoir, aux deux *Points* où l'horizon est coupé par le méridien, et que l'on appelle le *Nord* et le *Sud*, et aux deux *Points* où l'horizon est coupé par l'équateur, et que l'on nomme l'*Orient* et l'*Occident*.

Le nord ou septentrion est le *Point* de l'horizon qui est coupé par le méridien du côté du pole nord, c'est-à-dire, celui vers lequel on est tourné, lorsqu'on regarde le pole qui est élevé au-dessus de notre horizon. Le sud ou midi est le *Point* de l'horizon qui est coupé par le méridien du côté du pole sud, c'est-à-dire, du côté où nous paroît le soleil au milieu du jour. L'orient ou l'est est le *Point* de l'horizon qui est coupé par l'équateur du côté où les astres se lèvent. L'occident ou l'ouest est le *Point* de l'horizon qui est coupé par l'équateur du côté où les astres se couchent. Ces quatre *Points* divisent l'horizon en quatre parties égales, de 90 degrés chacune.

C'est de ces quatre *Points* que soufflent les quatre vents principaux; savoir, le vent de nord, le vent de sud, le vent d'est et le vent d'ouest. Ces quatre *Points* sont aussi les quatre principales plages. (*Voyez* PLAGE).

POINTS COLLATERAUX. Nom que l'on donne à quatre *Points* de l'horizon placés entre les *Points* cardinaux, et à égale distance de chacun des deux voisins. (*Voyez* POINTS CARDINAUX). Celui qui est placé entre le nord et l'orient ou l'est, s'appelle *Nord-est*: celui qui est entre le nord et l'occident ou l'ouest, s'appelle *Nord-Ouest*. Celui qui est entre le sud et l'est, s'appelle *Sud-Est*: enfin celui qui est entre le sud et l'ouest, s'appelle *Sud-Ouest*.

POINTS EQUINOXIAUX. Ce sont les deux *Points* de l'écliptique qui coupent l'équateur. Ces deux *Points* sont le premier *Point* du Bélier et le premier *Point* de la Balance, qui sont distans l'un de l'autre de 180 degrés. Lorsque le soleil est dans l'un de ces deux *Points*, les jours sont égaux aux nuits par toute la terre; parce que le soleil décrit alors l'équateur, qui est toujours coupé par l'horizon en deux parties égales. Lorsque le soleil arrive au premier de ces *Points*, notre printemps commence; et lorsqu'il arrive à l'autre, c'est le commencement de notre automne. (*Voyez* EQUINOXE).

POINTS LACHRYMAUX. On appelle ainsi deux ouvertures, qui se trouvent dans le grand angle de l'œil, sur le bord des paupières. Ces ouvertures répondent à deux conduits qui vont se rendre dans un qui leur est commun; et celui-ci communique dans une poche appelée *sac lachrymal*, situé du côté du grand angle de l'œil, dans une petite fosse creusée au bord de l'orbite, dans l'os *unguis* et l'os maxillaire, et caché, en partie, par le tendon du muscle orbiculaire. Ce *sac lachrymal* répond à un conduit membraneux, logé dans le canal nasal, et qui va se décharger dans le nez, immédiatement derrière le cornet inférieur ou la lame inférieure.

L'usage des *Points lachrymaux* est de donner passage à la lymphe lachrymale, pour la faire arriver dans le nez par les conduits dont nous venons de parler. Et comme elle s'y rend en d'autant plus grande quantité, que

que la *glande lachrymale* en fournit davantage, c'est pourquoi, lorsqu'on pleure, on est obligé de beaucoup moucher; car les grimaces que l'on fait nécessairement en pleurant, sont cause que la *glande lachrymale* est comprimée; ce qui l'oblige à lâcher la lymphe lachrymale qu'elle contient, qui, se déchargeant en trop grande quantité sur le globe de l'œil, passe, avec rapidité, par les *Points lachrymaux*; de là dans le *sac lachrymal*, et du *sac lachrymal* par le canal nasal dans le nez.

POINTS SOLSTICIAUX. Ce sont les deux *Points* de l'écliptique les plus éloignés de l'équateur, ou bien les deux *Points* dans lesquels l'écliptique touche les tropiques et se confond avec ces cercles. Ces deux *Points* sont le premier *Point* du Cancer, et le premier *Point* du Capricorne, qui sont distans de l'équateur de 23 degrés et demi, l'un vers le nord, l'autre vers le sud. Lorsque le soleil arrive au premier de ces *Points*, notre été commence; et lorsqu'il arrive à l'autre, c'est le commencement de notre hiver. (*Voyez* SOLSTICE).

POISSON AUSTRAL. Nom que l'on donne, en astronomie, à une constellation de la partie méridionale du ciel, et qui est placée au-dessous du Capricorne et du Verseau, et au-dessus de la Grue. C'est une des 48 constellations formées par *Ptolémée*. On en trouve la figure, et même très-exactement donnée par l'*abbé de la Caille* dans les *Mémoires de l'académie des Sciences*, année 1752, *Pl.* 20.

Il y a dans la constellation du *Poisson austral*, une étoile de la première grandeur, placée à la bouche du *Poisson*, et qui est connue sous le nom de *Fomahand*. Dans les cartes célestes, ainsi que dans les globes célestes, ce *Poisson* est représenté comme buvant l'eau que répand le verseau. (*Voyez l'astronomie de la Lande pag.* 184).

POISSON VOLANT. Nom que l'on donne en astronomie, à une des petites constellations de la partie méridionale du ciel, et qui est placée tout près du pole austral de l'écliptique, entre le Navire et la Montagne de la Table. C'est une des 12 constellations décrites par *Jean Bayer*, et ajoutées aux 15 constellations méridio-

nales de *Ptolémée*. (*Voyez l'Astronomie de la Lande, pag.* 185). *L'abbé de la Caille* en a donné une figure très-exacte dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1752, *Pl.* 20.

Cette constellation est une de celles qui ne paroissent jamais sur notre horizon : les étoiles qui la composent, ont une déclinaison méridionale trop grande, pour pouvoir jamais se lever pour nous.

POISSONS. Nom du douzième signe du zodiaque, et en même temps de la douzième partie de l'écliptique, dans laquelle le soleil nous paroît entrer vers le 18 février. Lorsque le soleil paroît arriver au dernier point de ce signe, l'hiver finit pour les habitans de l'hémisphère septentrional : et, au contraire, c'est l'été qui finit alors pour les habitans de l'hémisphère méridional. On compte, dans cette constellation, 36 étoiles remarquables : savoir, une de la troisième grandeur, 6 de la quatrième, 19 de la cinquième, et 10 de la sixième. (*Voyez* CONSTELLATIONS). Des deux *Poissons* qui forment cette constellation, l'un est appelé *Septentrional*, et l'autre *Méridional* : celui qui est le plus proche de la constellation appelée *Andromède*, est le *Septentrional;* et celui qui est près de la constellation appelée *Pégase*, est le *Méridional.*

Les astronomes caractérisent les *Poissons* par cette marque)(. *(Voyez l'Astronomie de la Lande, page* 166*).*

POLAIRE. *(Etoile)* (*Voyez* ETOILE POLAIRE).

POLAIRES. *(Cercles)* (*Voyez* CERCLES POLAIRES).

POLARITÉ. C'est la propriété qu'a l'aimant ou une aiguille aimantée de se diriger vers les poles du monde. *(Voyez* à l'article AIMANT la propriété appelée *direction*; *Voyez aussi* AIGUILLE AIMANTÉE, *et* POLES DE L'AIMANT).

POLE. Nom que l'on donne à un point qui est éloigné de 90 degrés de tous les points de la circonférence d'un cercle quelconque, et qui se trouve à l'extrémité d'une ligne droite, que l'on appelle *axe* (*Voyez* AXE), laquelle, passant par le centre de ce cercle, est élevée perpendiculairement à son plan. Ainsi les *Poles* d'un cercle sont les deux extrémités de l'axe de ce cercle. Les *Poles* d'une sphère, sont les deux extrémités

de l'axe de cette sphère, c'est-à-dire, deux points qui sont éloignés, l'un d'un côté, l'autre de l'autre, de 90 degrés de tous les points de la circonférence de l'équateur de cette sphère. C'est sur ces deux points, appelés *Poles*, que se font les révolutions.

POLES DE L'AIMANT. Nom que l'on donne aux côtés de l'*aimant* qui attirent le fer avec plus de force, et qui, lorsque l'aimant a la liberté de se mouvoir, se dirigent vers les *Poles* du monde.

L'aimant a ordinairement deux *Poles*; l'un qui se dirige vers le nord, et que l'on appelle *Pole Nord;* et l'autre qui se dirige vers le sud, et que l'on nomme *Pole Sud*. En Angleterre, on donne le nom de *Pole Sud*, à celui des côtés de l'aimant qui se tourne vers le nord; et l'on nomme *Pole Nord*, celui des côtés de l'aimant qui se tourne vers le sud. Cette façon de s'exprimer n'est point en usage en France.

Pour trouver les *Poles* d'un aimant, il faut le tenir proche d'une aiguille aimantée portée sur son pivot, et chercher les endroits qui attirent l'aiguille avec le plus de force : dans ces endroits sont placés les *Poles*. On les trouve aussi à l'aide d'un petit morceau d'aiguille, que l'on pose sur l'aimant; car ses *Poles* sont aux endroits où ce petit morceau d'aiguille se tient debout. Mais la meilleure manière, et la plus simple, de trouver les *Poles* d'un aimant, est de le saupoudrer de limaille de fer : les endroits où la limaille se tient perpendiculaire à la surface de l'aimant, et lui forme une espèce de barbe, sont ceux où sont situés les *Poles*.

Il y a des aimans qui ont plus de deux *Poles*. J'en ai vu un qui en avoit quatre : et les lignes droites que l'on conçoit réunir deux à deux les *Poles* opposés, se croisoient à angles droits. Il y en a qui ont jusqu'à six *Poles*, et même davantage; et les lignes droites qu'on conçoit les réunir deux à deux, forment entr'elles différens angles.

Les aimans, qui n'ont que deux *Poles*, valent mieux que ceux qui en ont un plus grand nombre; et ils sont ordinairement d'autant meilleurs, que la ligne droite qui réunit ces deux *Poles*, et qu'on peut regarder comme l'axe de l'aimant, a plus de longueur; c'est-à-dire, qu'ils

sont d'autant plus forts, que leurs *Poles* sont plus distans l'un de l'autre.

Les *Poles*, considérés dans deux aimans, s'appellent *Poles amis* ou *Poles ennemis*. On nomme *Poles amis*, ceux de différens noms, c'est-à-dire, ceux qui se dirigent, l'un vers le nord et l'autre vers le sud; parce que ces deux *Poles* s'attirent mutuellement : on donne le nom de *Poles ennemis* à ceux de même nom, c'est-à-dire, à ceux qui se dirigent tous deux vers le nord ou tous deux vers le sud; parce que ces deux *Poles* se repoussent mutuellement. Ainsi le *Pole Nord* d'un aimant est *ami* du *Pole Sud* d'un autre aimant : mais le *Pole Nord* d'un aimant est *ennemi* du *Pole Nord* d'un autre aimant; et le *Pole Sud* de l'un est *ennemi* du *Pole Sud* de l'autre.

POLES DE LA SPHÈRE. Ce sont les extrémités de l'axe sur lequel la *sphère* du monde est censée faire sa révolution. Ces deux points, éloignés de l'équateur céleste de 90 degrés chacun, sont aussi appelés les *Poles du Monde*. (*Voyez* POLES DU MONDE).

POLES DE LA TERRE. Nom que l'on donne à deux points de la surface de la *Terre*, qui sont éloignés, l'un d'un côté, l'autre de l'autre, de 90 degrés de tous les points de l'équateur terrestre, et qui se trouvent à l'extrémité d'une ligne droite, qui passe par le centre de la terre et s'appelle *Axe de la Terre*. Ces deux poles ont les mêmes noms que les *Poles du Monde*, auxquels ils répondent. (*Voyez* POLES DU MONDE).

C'est sur ces deux *Poles* que la *Terre* fait ses révolutions diurnes d'occident en orient, dans l'espace de 23 heures 56 minutes 4 secondes, relativement aux étoiles fixes, et dans l'espace de 24 heures de temps moyen, relativement au soleil.

POLES DE L'ECLIPTIQUE. On appelle ainsi deux points de la sphère qui sont éloignés, l'un d'un côté, l'autre de l'autre, de 90 degrés de tous les points de l'écliptique, et qui se trouvent aux extrémités de l'axe de l'écliptique ou du zodiaque. De ces deux poles, l'un est appelé *Pole septentrional* ou *boréal*, parce qu'il est situé dans la partie septentrionale du monde; et l'autre se nomme *Pole méridional* ou *austral*, parce qu'il est

placé dans la partie méridionale. Chacun de ces deux *Poles* est éloigné de 23 degrés et demi de l'un des *Poles* du monde.

C'est sur les *Poles de l'écliptique* que les étoiles fixes paroissent faire, d'occident en orient, leur révolution par laquelle leur longitude augmente chaque année de 50 secondes et environ 20 tierces de degré, laquelle révolution entière ne s'achève que dans l'espace d'environ 25748 ans. (*Voyez* ETOILES).

POLES DE L'EQUATEUR. Ces *Poles* sont les mêmes que les *Poles* du monde. (*Voyez* POLES DU MONDE).

POLES DE L'HORIZON. Nom que l'on donne à deux points du ciel qui sont éloignés, l'un au-dessus, l'autre au-dessous, de 90 degrés de tous les points de l'*horizon*, et qui se trouvent aux extrémités d'une ligne droite, perpendiculaire à l'horizon, et que l'on conçoit passer par le centre de la terre, et être prolongée de part et d'autre jusqu'à la concavité du ciel. De ces deux *Poles*, le supérieur est le point que l'on appelle *zénith* (*Voyez* ZÉNITH); et l'inférieur est celui que l'on appelle *Nadir*. (*Voyez* NADIR). La ligne droite qui réunit ces deux points, peut être regardée comme l'axe de l'horizon.

POLES DU MERIDIEN. Nom que l'on donne à deux points qui sont éloignés, l'un d'un côté l'autre de l'autre, de 90 degrés de tous les points du *Méridien*. Ces deux points sont ceux du vrai orient et du vrai occident, pris sur l'horizon; ou bien ce sont les deux points de l'horizon qui coupent l'équateur; c'est-à-dire, les deux points où le soleil se lève et se couche au commencement du printemps et de l'automne.

De ces deux *Poles*, l'un s'appelle *Pole oriental*, parce qu'il est dans l'hémisphère oriental; et l'autre se nomme *Pole occidental*, parce qu'il est dans l'hémisphère occidental.

POLES DU MONDE. On appelle ainsi deux points de la sphère céleste, qui sont éloignés, l'un d'un côté, l'autre de l'autre, de 90 degrés de tous les points de l'équateur céleste, et qui se trouvent aux extrémités d'une ligne droite, que l'on conçoit passer, dans le sys-

tême de *Ptolémée*, par le centre de la terre, et être prolongée de part et d'autre jusqu'à la concavité du ciel, laquelle ligne s'appelle *Axe du monde.*

De ces deux *Poles*, l'un est placé auprès de la constellation de l'ourse, et est appelé, pour cette raison, *Pole arctique*, ou *Pole septentrional*, ou *Pole boréal*; ou *Pole nord* : l'autre, qui est diamétralement opposé au premier, est nommé, pour cela, *Pole antarctique*, ou *Pole méridional*, ou *Pole austral*, ou *Pole sud.*

C'est sur les *Poles du Monde* que les étoiles fixes paroissent faire, d'orient en occident, leur révolution diurne et leur révolution annuelle : la première dans l'espace de 23 heures 56 minutes 4 secondes; et la dernière dans l'espace de 365 jours 6 heures 9 minutes 10 secondes 30 tierces. (*Voyez* ETOILES).

POLEMOSCOPE. *Terme d'Optique.* Instrument par le moyen duquel nous pouvons voir des objets cachés à nos regards directs. La principale pièce de cet instrument est un miroir incliné VX (*Pl. XLVII, fig.* 4.) placé au fond d'une boîte *VXY*, ouverte vis-à-vis du miroir, qui renvoie l'image de l'objet *SPRT* à l'œil *Y* du spectateur, qui ne peut pas le voir sans l'instrument, à cause des obstacles qui se rencontrent entre cet objet et son œil.

Le Polémoscope a été inventé, en 1637, par *Hévélius*, qui l'a ainsi nommé des mots Grecs Πολεμος *combats*, et σκεπτομαι, *je vois;* parce qu'on peut s'en servir à la guerre dans les sièges, dans les batailles, etc. pour voir ce qui se passe dans le camp de l'ennemi.

On fera d'un télescope un *Polémoscope*, en lui ajoutant une boîte quarrée *DCFE* (*Pl. LXXXX, fig.* 70.) qui porte, sur un de ses côtés, le tuyau portant l'objectif *AB*, lequel fait un angle droit avec le corps de l'instrument; et qu'entre le verre objectif *AB* et le premier oculaire *G* (s'il y a plusieurs oculaires), on dispose dans la boîte un miroir plan *K* qui soit incliné de 45 degrés à l'objectif et aux oculaires, et que l'image réfléchie soit au foyer du verre oculaire *G*. Car, par ce moyen, les objets situés vis-à-vis le verre ou la lentille *AB* paroîtront vis-à-vis le verre oculaire *G* dans la direction *GC*, de même que s'il n'y avoit point de

miroir *K*, et que le verre objectif, le verre oculaire et les objets fussent dans une même ligne droite.

Si l'on veut regarder par *O* et non par *M*, il faut ajouter en *N* un autre miroir plan dans une situation parallèle à celle du miroir *K*, et mettre en *O* l'oculaire *G*.

On peut ajouter un appareil à-peu-près semblable aux lunettes d'opéra. Avec une lunette ainsi construite, on peut voir une personne lorsqu'on paroît en regarder une autre.

POLI. Epithète que l'on donne à une surface qui ne paroit avoir aucune inégalité. Une surface parfaitement *Polie*, seroit celle qui non-seulement ne paroîtroit avoir aucune inégalité, mais qui n'en auroit réellement aucune. Nous ne connoissons point de surfaces de cette nature; car tous les corps sont poreux : dès-là, leurs surfaces sont composées d'éminences, qui sont leurs parties solides, séparées par des intervalles creux, qui sont leurs pores. Il n'y a donc point de surfaces d'un *Poli* parfait; mais nous appelons surfaces *Polies*, celles dont les éminences et les cavités sont trop petites pour être aperçues par les yeux les mieux constitués.

POLISPASTON. (*Voyez* POLYSPASTON).

POLLUX. *(Castor et)* (*Voyez* CASTOR ET POLLUX).

POLYACOUSTIQUE. Instrument qui sert à multiplier les sons, comme les verres à facettes multiplient les objets.

POLYGONE. On appelle ainsi une figure quelconque, qui a plusieurs côtés et plusieurs angles. Suivant ce nombre de côtés et d'angles, les *Polygones* ont des noms particuliers. Ceux qui ont mille côtés, par exemple, sont nommés *Kiliogones*. (*Voy.* KILIOGONES). On appelle *Pentadécagones*, ceux qui ont quinze côtés (*Voyez* PENTADÉCAGONE); *Dodécagones*, ceux qui ont douze côtés (*Voyez* DODÉCAGONE); *Ondécagones*, ceux qui ont onze côtés (*Voyez* ONDÉCAGONE); *Décagones*, ceux qui ont dix côtés *(Voyez* DÉCAGONE); *Ennéagones*, ceux qui ont neuf côtés *(Voyez* ENNÉAGONE); *Octogones*, ceux qui ont huit côtés (*Voyez* OCTOGONE); *Heptagones*, ceux qui ont sept côtés (*Voyez*

HEPTAGONE); *Hexagones*, ceux qui ont six côtés (*Voyez* HEXAGONE); *Pentagones*, ceux qui ont cinq côtés (*Voyez* PENTAGONE, etc.)

Les *Polygones* ont certaines propriétés; 1°. Tous les angles d'un *Polygone* pris ensemble sont égaux à tous les angles d'un autre *Polygone*, qui a le même nombre de côtés.

2°. Tout *Polygone* peut être partagé par des diagonales menées d'un de ses angles, en autant de triangles, moins deux, qu'il a de côtés.

3°. Tous les angles intérieurs d'un *Polygone* quelconque valent deux fois autant d'angles droits, moins quatre, que le *Polygone* a de côtés. Ainsi tous les angles d'un décagone, qui est un *Polygone* de dix côtés, valent 20 angles droits, moins quatre = 16. D'où il suit qu'on trouve la valeur de tous les angles intérieurs d'un *Polygone*, en multipliant 180 = 2 angles droits, par le nombre de ses côtés, moins deux. Par exemple, dans tous les hexagones, soit réguliers, soit irréguliers, grands ou petits, tous les angles intérieurs pris ensemble valent quatre fois 180, ou 720 degrés, = 8 angles droits. Car il est évident que la somme des angles intérieurs du *Polygone ABCDEF* (*Pl. I, fig.* 13.) est la même que celle des angles des triangles *ABC*, *ACD*, *ADE*, *AEF*. Or la somme des trois angles de chacun de ces triangles est de 180 degrés: il faut donc prendre 180 degrés autant de fois qu'il y a de triangles, c'est-à-dire, autant de fois, moins deux, qu'il y a de côtés.

4°. Si l'on prolonge dans le même sens tous les côtés d'un *Polygone*, qui n'a point d'angles rentrans, la somme de tous les angles extérieurs vaudra 360 degrés, quelque nombre de côtés qu'ait le *Polygone*. (*Voyez fig.* 13). Car chaque angle extérieur est le supplément de l'angle intérieur qui lui est contigu: ces deux angles valent donc ensemble 180 degrés. Ainsi tous les angles, tant intérieurs qu'extérieurs, pris ensemble, valent autant de fois 180 degrés qu'il y a de côtés. Mais la valeur de tous les angles intérieurs est d'autant de fois, moins deux, 180 degrés qu'il y a de côtés; il

reste donc deux fois 180 degrés, c'est-à-dire, 360 degrés pour la valeur de tous les angles extérieurs.

On appelle *Polygone régulier* celui qui a tous ses côtés égaux, et tous ses angles égaux : tel est le *Polygone ABCDEF. (fig. 13).*

Pour savoir de combien de degrés est chaque angle intérieur d'un *Polygone régulier*, il faut diviser le nombre de degrés que valent ensemble tous les angles intérieurs, par le nombre des côtés du *Polygone* : le quotient donnera la valeur de chacun de ces angles. Par exemple, si l'on demande combien vaut chaque angle intérieur d'un hexagone régulier : comme il y a six côtés, la valeur de tous les angles intérieurs est de 4 fois 180 degrés, c'est-à-dire, de 720 degrés. Il faut donc diviser 720, valeur de tous les angles intérieurs, par 6, nombre des côtés : le quotient 120, donne la valeur de chacun de ces angles.

Pour avoir la surface d'un *Polygone* quelconque, il faut, 1°. le partager en triangles, par des lignes menées d'un même point à chacun de ses angles : 2°. calculer séparément la surface de chacun de ces triangles (*Voyez* TRIANGLE) : 3°. ajouter ensemble tous ces produits : la somme donnera la surface totale du *Polygone*. Mais, pour avoir le moindre nombre de triangles qu'il soit possible, il faut faire partir toutes les lignes, qui divisent le *Polygone* en triangles, de l'un des angles. Par exemple, pour avoir la surface du *Polygone ABCDEF*, on le partage en quatre triangles par les trois lignes *AC*, *AD*, *AE*, menées de l'angle *A* aux angles *C*, *D*, *E* : la somme des surfaces des quatre triangles *ABC*, *ACD*, *ADE*, *AEF*, donne la surface totale du *Polygone*.

Si le *Polygone* est régulier, comme *ABDEFG* (*Pl. I, fig. 14*), comme tous les côtés sont égaux, et que toutes les perpendiculaires, comme *CH*, menées du centre *C* sur chacun des côtés, sont égales; on peut concevoir le *Polygone* composé d'autant de triangles égaux, qu'il a de côtés, chacun de ces triangles ayant son sommet au centre *C*. On aura donc sa surface, en multipliant un des côtés, par exemple *AB*, par la moitié de la perpendiculaire *CH*, et multipliant

ensuite ce produit par le nombre des côtés : ou ce qui est la même chose, en multipliant le contour du *Polygone* par la moitié de la perpendiculaire *C H*.

Deux Polygones sont *semblables*, lorsque les angles de l'un sont égaux aux angles de l'autre, chacun à chacun, et que les côtés homologues de ces *Polygones*, c'est-à-dire, ceux qui ont des positions semblables, chacun dans le *Polygone* auquel il appartient, sont proportionnels. D'où il suit que les surfaces des *Polygones semblables* sont entr'elles comme les quarrés des côtés homologues de ces *Polygones*.

POLYHEDRE. *Terme d'Optique*. On appelle ainsi un verre à plusieurs facettes (*Pl. XLII, fig.* 2.) lequel est plan d'un côté *a b*, et convexe de l'autre *a c d e b*, mais dont la convexité est composée de plusieurs plans droits, comme si d'un segment de sphère on avoit emporté plusieurs petits segmens sphériques. La propriété générale de ce verre est de multiplier l'image d'un objet *F*, qu'on regarde au travers de son épaisseur. Il est aisé de comprendre la raison de cette multiplication d'images; car un morceau de verre épais, dont les surfaces opposées, quoique planes, sont inclinées l'une vers l'autre, fait toujours voir les objets hors de leurs vrais lieux; parce que, de quelque façon qu'on se place en regardant au travers de ce verre, tous les rayons de lumière qui partent de l'objet *F* pour arriver à l'œil *E*, souffrent au moins une réfraction, soit en entrant, soit en sortant : il peut même se faire qu'ils en souffrent deux, savoir, si ces rayons, tombant obliquement sur une des surfaces de ce verre, se trouvent encore, après être entrés, obliques à l'autre surface. Et si ce verre est taillé de manière qu'une de ses surfaces, comme *a c d e b*, ait des portions plus inclinées les unes que les autres à l'autre surface *a b*, alors ce verre fait voir l'image de l'objet en même temps en différens lieux : car les quatre faces *a c*, *c d*, *d e*, *e b*, étant toutes différemment inclinées à la grande face *a b*, font converger chacune séparément vers le même œil *E*, des rayons qui partent des extrémités opposées de l'objet *F*. Il arrive donc que les rayons qui tombent sur la face *a c*, produisent, après les ré-

fractions, une image en *G;* ceux qui tombent sur la face *c d*, font voir une autre image en *H;* ceux qui passent par la face *d e*, produisent une troisième image en *I;* et enfin ceux qui tombent sur la face *e b*, représentent le même objet en *K;* ce qui fait autant d'images que de facettes.

Le *Polyhèdre* peut encore servir à rassembler les images de plusieurs objets dispersés, ou seulement les images de quelques parties de chacun de ces objets, pour en former une image unique. J'ai vu un tableau sur lequel étoient peintes les têtes des douze empereurs romains. En regardant ce tableau au travers d'un *Polyhèdre*, on n'y voyoit qu'une tête, et c'étoit celle de Louis XV. Son image étoit formée de celles de différentes parties de chacune de ces têtes.

Phénomène du Polyhèdre. Si plusieurs rayons tels que *E F*, *A B*, *C D* (*Pl. XC, fig.* 71.) tombent parallèlement sur une des surfaces d'un *Polyhèdre*, ils continueront d'être parallèles après la réfraction. (*Voyez* RAYON *et* RÉFRACTION).

Si l'on suppose donc que le *Polyhèdre* est régulier, les lignes *K H*, *H I*, *I M*, seront comme des tangentes à une des lentilles convexes sphériques en *F*, *B* et *D;* par conséquent les rayons qui tombent sur le point de contact, coupent l'axe; c'est pourquoi, puisque tous les autres rayons leur sont parallèles, ils s'entrecoupent, les rayons rompus par les différentes faces, s'entrecouperont mutuellement en *G*.

D'où il suit que si l'œil est placé à l'endroit où les rayons parallèles se croisent, les rayons du même objet seront réunis en autant de différens points de la rétine *a*, *b*, *c*, que le verre a de faces.

Par conséquent l'œil, à travers un *Polyhèdre* voit les objets répétés autant de fois qu'il a de faces; et ainsi, puisque les rayons qui viennent des objets éloignés sont parallèles, on voit, à travers un *Polyhèdre*, un objet éloigné aussi souvent répété que le *Polyhèdre* a de faces.

Si les rayons *A B*, *A H*, *A I* (*fig.* 72.), qui viennent d'un point rayonnant *A*, tombent sur différentes faces

d'un *Polyhèdre* régulier, après la réfraction, ils se croiseront en *G*.

D'où il suit que, si l'œil est placé à l'endroit où les rayons, qui viennent de différens plans, se croisent, les rayons seront réunis en autant de différens points de la rétine *a*, *b*, *c*, que le verre a de faces; par conséquent l'œil étant placé au foyer *G* verra même un objet proche, à travers le *Polyhèdre*, autant de fois répété que le *Polyhèdre* a de faces.

Ainsi on peut multiplier les images des objets dans une chambre obscure, en plaçant un *Polyhèdre* à son ouverture, et en y ajoutant une lentille convexe à une distance convenable. (*Voyez* CHAMBRE OBSCURE).

Pour faire une anamorphose, c'est-à-dire, une image défigurée, qui paroisse régulière et bien faite à travers un *Polyhèdre* ou un verre qui multiplie les objets, à une extrémité d'une table horizontale élevez-en un autre à angles droits, où l'on puisse dessiner une figure; et sur l'autre extrémité, élevez-en une seconde, qui serve comme d'appui ou de support, et qui soit mobile sur la table horizontale : appliquez à la table, qui sert de support, un *Polyhèdre* plan convexe, consistant, par exemple, en 24 triangles plans; ajustez le *Polyhèdre* dans un tube qui se tire, c'est-à-dire, qui peut s'alonger et se raccourcir; l'extrémité tournée vers l'œil ne doit avoir qu'une très-petite ouverture, et être un peu plus éloignée que le foyer. Eloignez la table d'appui de l'autre table perpendiculaire, jusqu'à ce qu'elle soit hors de la distance du foyer, et cela d'autant plus, que l'image doit être plus grande; au-devant de la petite ouverture placez une lampe; et sur le plan vertical ou sur du papier que l'on y appliquera, mettez au trait, avec du noir de plomb, les aréoles lumineuses qui viennent des faces du *Polyhèdre*.

Dans ces différentes aréoles, dessinez les différentes parties d'une image, de manière qu'étant jointes ensemble, elles fassent un tout, ayant soin de regarder de temps en temps à travers le tube, pour guider et corriger les couleurs, et pour voir si les différentes

parties se répondent ou s'assortissent bien exactement.

Remplissez les espaces intermédiaires de toutes sortes de figures ou de dessins à volonté, que vous imaginerez, de manière qu'à l'œil nu le tout fasse voir une apparence fort différente de celle que l'on se propose de représenter avec le *Polyhèdre*.

Si l'on se remet à regarder par la petite ouverture du tube, on verra les différentes parties ou les différens membres, qui sont dispersés dans les aréoles, représenter une image continue, parce que tous les objets intermédiaires disparoissent totalement. (*Voyez* ANAMORPHOSE).

POLYOPTRE. Instrument de Dioptrique avec lequel on voit un objet multiplié, mais plus petit qu'il n'est réellement. Cet instrument est composé, comme une lunette d'approche, d'un verre objectif *A B* (*Pl. XLII*, *fig.* 9.) et d'un oculaire *CD*. L'objectif est plan des deux côtés; mais il a du côté intérieur plusieurs petits creux en forme de lentilles. Plus ces creux sont petits, plus l'objet paroît petit; et cet objet paroît autant de fois qu'il y a des creux dans ce verre objectif. Le verre oculaire est convexe des deux côtés.

Voici donc la manière de construire un *Polyoptre*. Prenez un verre *AB* plan de deux côtés, dont le diamètre soit d'environ trois pouces (8 centimètres) (*Pl. LXXXX*, *fig.* 73) : faites dans son épaisseur des segmens sphériques, dont la largeur ait à peine la cinquième partie d'un doigt.

Alors si vous éloignez le verre de votre œil, jusqu'à ce que vous puissiez embrasser toutes les concavités d'un seul coup-d'œil, vous verrez le même objet comme à travers d'autant de verres concaves qu'il y a de concavités; mais cet objet vous paroîtra fort petit.

Ajustez ce verre de la même manière qu'un verre objectif à un tube *A B C D*, dont l'ouverture *A B* soit égale au diamètre du verre, et l'autre ouverture *C D* soit égale à celle d'un verre occulaire d'environ la largeur d'un pouce (27 millimètres).

La longueur du tube *A C* doit être égale à la distance que l'on trouvera par expérience entre le verre objectif et le verre oculaire.

Ajustez en *C D* un verre oculaire convexe, ou en sa place un ménisque, dont la distance du foyer principal soit un peu plus grande que la longueur du tube, afin que le point d'où les rayons commencent à être divergens, après leur réfraction dans le verre objectif, puisse être au foyer de l'oculaire.

Alors si l'on approche l'œil du verre oculaire, on verra un seul objet répété autant de fois qu'il y a de concavités dans le verre objectif, mais il sera fort diminué.

POLYSCOPE. C'est la même chose que *Polyhèdre.* (*Voyez* Polyhèdre).

POLYSPASTON. Assemblage de moufles (*Voyez* Moufle) qui contiennent plusieurs poulies. Cette machine sert à élever de très-gros fardeaux avec peu de force, moyennant les moufles et des cordes. Suivant le nombre des poulies dont la moufle est composée, on lui donne différens noms : si elle contient trois poulies, on l'appelle *Tripaste*; si elle en contient cinq, on la nomme *Pentaspaste*, et *Vitruve* donne la description de cette machine dans son *Architecture*, *liv. X*, *chap.* 3 *et* 4. Et *Perrault* en donne les figures dans sa traduction de cet auteur, *page* 301. A l'article Moufle, on trouvera le rapport que doit avoir la puissance avec la résistance, ou le poids qu'on se propose d'élever.

POMPE. Machine hydraulique destinée à élever de l'eau. Les *Pompes* en général sont composées de cylindres creux *A B* (*Pl. XI, fig.* 1), *C D* (*fig.* 2), *E F* (*fig.* 3), *G H* (*fig.* 4), intérieurement bien alaisés et d'un diamètre bien égal dans toute leur longueur, que l'on appelle *corps de Pompe*, dans lesquels on fait glisser un bouchon *I* (*fig.* 1), *K* (*fig.* 2), *L* (*fig* 3), *M* (*fig.* 4), qui prend le nom de *Piston*, que l'on met en jeu par le moyen d'une tige de métal *X x* (*fig.* 1, 2, 3, 4), à l'extrémité *X* de laquelle on adapte le moteur, ou immédiatement ou bien à l'aide d'un levier, du premier genre *X Z Y* (*fig.* 1. *et* 3.), ou du

second *Z XY* (*fig.* 2 *et* 4), ou de quelqu'autre machine : à cela l'on joint des tuyaux montans *A T* (*fig.* 1), *D O* (*fig.* 2), *HR* (*fig.* 4), pour conduire l'eau à la hauteur qu'on desire ; et enfin des *clapets* ou *soupapes S*, *s* (*fig.* 1, 2, 3, 4).

Il y a différentes espèces de *Pompes*. Les unes sont *foulantes*, les autres sont *aspirantes* : il y en a encore qui sont tout-à-la-fois *aspirantes et foulantes*. De cette dernière espèce sont aussi la *Pompe des prêtres* et la *Pompe d'incendie*. Nous allons parler de chacune de ces espèces en autant d'articles particuliers.

POMPE FOULANTE. *Pompe* qui élève l'eau seulement en la foulant ; soit que la colonne d'eau qu'on élève, repose sur le piston que l'on tire ; soit qu'elle résiste au piston que l'on pousse. Il y a donc deux manières de construire les *Pompes foulantes*.

La *Pompe foulante* la plus ordinaire est composée d'un corps de pompe *A B* (*Pl. XI*, *fig.* 1), à la partie inférieure duquel est placé un bout de tuyau *B N*, ouvert par le bas ou percé de trous dans toute sa longueur, de manière que les ordures grossières ne puissent arriver jusqu'au corps de *Pompe*. A la réunion de ce bout de tuyau avec le corps de *Pompe* est une soupape (*Voyez* Soupape), qui en se soulevant, permet à l'eau d'entrer dans le corps de *Pompe*, mais qui, ensuite en s'abaissant, ne lui permet pas d'en sortir. Dans ce corps de *Pompe* est un piston *I* (*Voyez* Piston), percé de part en part, garni dans sa partie supérieure d'une soupape *S*, et surmonté d'une fourchette *x*, par laquelle il est joint, au moyen d'une tête fendue comme celle d'un compas, à la tige *X x* qui le met en jeu, à l'aide du levier du premier genre *X Z Y* qui a son point d'appui en *Z*. A la partie supérieure *A* du corps de *Pompe*, est adapté le tuyau montant *A T*, qui a son tuyau de décharge en *T*. Cette *Pompe* doit être assujettie d'une manière quelconque dans le puits ou bassin, de façon que le corps de *Pompe* soit tout entier au-dessous de la surface de l'eau *A A*.

Maintenant si l'on soulève le piston *I*, en abaissant l'extrémité *Y* du levier *Y Z X*, de manière que ce levier se trouve dans la position *y Z u*, ce piston s'éle-

vera dans le corps de *Pompe* d'une quantité égale à *X u*, pendant lequel temps la soupape *s* se soulevant, l'eau passera du bassin dans la *Pompe*, par la pression de l'eau extérieure. Que l'on abaisse ensuite le piston, cette pression fait fermer la soupape *s* et soulever la soupape *S*. Par-là, l'eau, qui étoit au-dessous du piston, se trouve par-dessus, et presse la soupape *S* contre son trou; ce qui l'empêche de repasser par-dessous, lorsqu'on soulève de nouveau le piston. Un second coup de piston élevera donc cette quantité d'eau, et permettra, par le même mécanisme, à une nouvelle quantité de passer dans la *Pompe*, et ensuite au-dessus du piston, comme a fait la première : de sorte que, par un certain nombre de coups de piston, on parviendra à remplir le tuyau montant *A T*. Alors il sortira à chaque coup de piston, par le tuyau de décharge *T*, une masse d'eau égale à un cylindre qui a pour base la largeur du piston, et pour longueur le chemin que le piston parcourt dans le corps de *Pompe*. C'est ce chemin parcouru que l'on appelle *jeu du Piston*. Il est aisé de savoir quel est le poids dont le piston est chargé, lorsque le tuyau montant est plein, et en conséquence quelle est la force qu'il faut faire agir en *Y* pour faire jouer la *Pompe*. Suivant l'article 4 de la première partie de l'Hydrostatique (*Voyez* HYDROSTATIQUE), les liqueurs pèsent en raison de leur hauteur perpendiculaire, et de la largeur de la base qui s'oppose à leur chûte. Dans une pompe, cette base est le piston; et la hauteur perpendiculaire est celle du tuyau montant au-dessus de la surface de l'eau. Ainsi, quand le tuyau montant est plein, la charge sur le piston est égale au poids d'un cylindre d'eau qui auroit pour grosseur celle du piston, et pour hauteur celle du tuyau montant au-dessus de la surface de l'eau *A A*, quel que soit le diamètre du tuyau montant. Il suit de là qu'on ne diminue point le poids de la colonne d'eau, en diminuant le diamètre du tuyau montant; on augmenteroit même par-là la résistance qu'il faut vaincre, à cause de l'augmentation des frottemens, qui sont plus considérables dans les petits tuyaux que dans les grands. Aussi, si ce n'étoit pas pour épargner la dépense, on auroit

auroit grand tort de faire, comme cela est cependant d'usage, les tuyaux montans plus petits que le corps de *Pompe*: il vaudroit mieux leur donner un diamètre un peu plus grand que celui du corps de *Pompe*. Alors la colonne d'eau qu'on élève, glisseroit dans un tuyau d'eau, et n'éprouveroit par conséquent que des frottemens de la seconde espèce.

La seconde sorte de *Pompe foulante* est composée d'un corps de *Pompe C D* (*Pl. XI*, *fig.* 2) tout-à-fait fermé par le bas, entièrement ouvert par le haut, et dans lequel est un piston *K*, qui ne diffère de celui de la première espèce de *Pompe foulante*, qu'en ce que sa soupape *S* est placée à sa partie inférieure. Ce piston, ainsi que celui de la première, se met en jeu à l'aide d'un levier *Y X Z*, mais du second genre, et qui a son point d'appui en *Z*. Son tuyau montant *D O* est placé à côté du corps de *Pompe*, avec lequel il communique, et est garni d'une soupape *s* dans sa partie inférieure, et d'un tuyau de décharge *O* à sa partie supérieure. Cette *Pompe*, ainsi que la précédente, doit être assujettie dans le puits ou bassin, de façon que le corps de *Pompe* soit tout entier au-dessous de la surface de l'eau *A A*.

L'eau remplit le corps de *Pompe*, en tombant par l'ouverture *C* et passant au travers du piston *K*, dont la soupape *S*, vû sa position, se trouve naturellement ouverte. Si l'on vient à abaisser le piston, en amenant le levier *Y X Z* dans la situation *y u Z*, la résistance de l'eau contre la soupape *S* la ferme aussitôt; cette eau ne pouvant donc pas repasser au-dessus du piston, est obligée d'enfiler le tuyau montant *D O*, en soulevant la soupape *s*. Sitôt qu'on relève le piston, la soupape *s* se ferme par la pression de l'eau qui est au-dessus; et la soupape *S* s'ouvre, en retombant par son propre poids. Il passe donc une nouvelle masse d'eau au-dessous du piston, qui, par un second abaissement du même piston, est contrainte de passer, comme la première, dans le tuyau montant. De sorte que, par un certain nombre de coups de piston, on parvient à remplir le tuyau montant *D O*. Alors tout se passe comme dans la précédente *Pompe*.

POMPE ASPIRANTE. *Pompe* qui élève l'eau seulement en l'aspirant. Cette *Pompe* est composée d'un corps de *Pompe* *E F* (*Pl. XI, fig.* 3,) ouvert par le haut, et à la partie inférieure duquel est adapté le tuyau d'aspiration *F P*. A la réunion de ce tuyau avec le corps de *Pompe* est une soupape *s* (*Voyez* SOUPAPE), destinée à permettre, en se soulevant, à l'eau d'entrer du tuyau d'aspiration *P F* dans le corps de *Pompe F E*, et à l'empêcher, en s'abaissant, d'en sortir par la même voie. Dans le corps de *Pompe* est un piston *L*, tout-à-fait pareil à celui *I* (*fig.* 1) de la première espèce de *Pompe* foulante dont nous avons parlé dans l'article précédent, et qui se met en jeu de la même façon et à l'aide d'un levier *X Z Y* (*fig.* 3) du même genre. Cette *Pompe* doit être assujettie de façon qu'il n'y ait que l'extrémité inférieure du tuyau d'aspiration *F P* qui plonge dans l'eau.

Dans le moment de l'inaction de la *Pompe*, les deux soupapes *S* et *s* sont naturellement fermées par leur propre poids. Si l'on vient à soulever le piston *L*, en amenant le levier *X Z Y* dans la situation *u Z y*, on soulève la colonne d'air qui repose dessus : et l'air qui est renfermé dans le tuyau d'aspiration, depuis la surface de l'eau *A A* jusqu'au piston, ayant alors plus de place à occuper, devient plus rare que l'air extérieur. Ce dernier presse donc avec avantage sur la surface de l'eau *A A*, et l'oblige à monter par le tuyau d'aspiration vers le corps de *Pompe* : de sorte qu'après quelques coups de piston elle y arrive et passe au travers du piston, en soulevant les soupapes l'une après l'autre; lequel piston, en s'élevant, oblige l'eau de s'échapper par le tuyau de décharge *E*.

Comme c'est la pression de l'air qui fait monter l'eau dans cette *Pompe*, et que cette pression ne peut soutenir une colonne d'eau que d'environ 10 $\frac{1}{3}$ mètres (32 pieds), il est clair que le tuyau d'aspiration ne doit pas avoir plus de longueur. Dans l'usage ordinaire on ne lui donne pas même 10 $\frac{1}{3}$ mètres (32 pieds). Pour que la pression de l'air pût soutenir une colonne d'eau de cette hauteur, il faudroit, 1°. que la *Pompe aspirante* fût faite avec la plus grande exactitude, et demeurât toujours telle.

2°. Qu'elle fût placée au niveau de la mer ou à-peu-près. 3°. Que la pression de l'air ne variât point. Or le plus souvent ces données n'ont pas lieu. On se contente donc assez ordinairement de donner au tuyau d'aspiration 7 $\frac{1}{2}$ mètres (23 ou 24 pieds). Si l'on a à élever l'eau à une plus grande hauteur, il faut se servir de la *Pompe* foulante. Il est vrai que l'usage de cette dernière est sujet à bien des inconvénients. On est obligé de placer son corps de *Pompe* dans le puits ou dans le bassin : et lorsqu'il y a à y travailler, ce qui n'arrive que trop souvent, il faut de deux choses l'une, ou vider le puits ou le bassin, ou en retirer le corps de *Pompe:* ce qui est très-incommode et très-coûteux. Pour éviter ces inconvéniens, ce qu'il y a à faire de mieux en pareil cas, c'est de rendre la *Pompe* tout-à-la-fois aspirante et foulante, comme on le peut voir dans l'article suivant. (*Voyez* POMPE ASPIRANTE *et* FOULANTE).

En 1766, on prétendit et l'on fit mettre dans les papiers publics, qu'on avoit fait, à Séville en Espagne, une *Pompe* simplement *aspirante* qui élevoit l'eau à 60 pieds (19 $\frac{1}{2}$ mètres); et l'on conclut en conséquence que jusqu'alors on s'étoit lourdement trompé, en disant que la pression de l'air ne pouvoit soutenir une colonne d'eau que de 32 pieds (10 $\frac{1}{3}$ mètres). Voyons jusqu'à quel point cette prétention étoit fondée. Un pompier peu instruit, comme il leur est assez ordinaire de l'être, construisit effectivement, à Séville, une *Pompe aspirante*, au tuyau d'aspiration de laquelle il donna 60 pieds (19 $\frac{1}{2}$ mètres) de longueur, parce qu'il avoit besoin d'élever l'eau à cette hauteur. Sa *Pompe* en place, il la mit en jeu, et ne put jamais parvenir à faire arriver l'eau au corps de *Pompe*. Soit impatience ou colère, il donna un coup de hache et fit une petite ouverture au tuyau d'aspiration à environ 10 pieds (3 $\frac{1}{4}$ mètres) au-dessus de la surface de l'eau du bassin. Aussitôt il arriva une petite portion d'eau au corps de *Pompe*. C'est d'après ce procédé qu'on a prétendu avoir fait une *Pompe aspirante* qui élevoit l'eau à 60 pieds (19 $\frac{1}{2}$ mètres). Le lecteur peut juger cette prétention. Supposons donc que le tuyau d'aspiration *P F* (*Pl. XI, fig.* 3.) a, depuis *a*, surface de l'eau du bassin, jusqu'en *F*,

60 pieds (19 $\frac{1}{2}$ mètres) de hauteur; et qu'après un certain nombre de coups de piston, on est parvenu à faire monter l'eau jusqu'en *c* à 32 pieds (10 $\frac{1}{3}$ mètres) de hauteur. Si l'on fait alors un trou en *b* à 10 pieds (3 $\frac{1}{4}$ mètres) au-dessus de la surface de l'eau, cette colonne d'eau de 10 pieds (3 $\frac{1}{4}$ mètres) qui est au-dessous de *b*, retombe dans le bassin; et la pression de l'air en *b* n'a plus affaire qu'à une colonne d'eau de 22 pieds (7 mètres). Elle pourroit donc porter cette colonne, non pas seulement à 60 pieds (19 $\frac{1}{2}$ mètres); mais à plus de 8000 pieds (2598 mètres) de hauteur. Car l'air, pris vers la surface de la terre, est 800 fois moins dense que l'eau : et en supposant (ce qui n'est pas) que sa densité ne fût pas en diminuant à mesure qu'on s'élève, les 10 pieds (3 $\frac{1}{4}$ mètres) d'eau retranchés équivaudroient donc à 8000 pieds (2598 mètres) d'air. La colonne d'air qui presseroit en *b*, seroit donc trop forte de 8000 pieds (2598 mètres). Ainsi les 22 pieds (7 mètres) d'eau restans ne seroient en équilibre avec la colonne d'air, qu'après être montés à 8000 pieds (2598 mètres). Pour avoir une seconde portion d'eau avec une pareille *Pompe*, il faudroit commencer par boucher le trou qu'on auroit fait en *b* : ensuite donner plusieurs coups de piston, pour élever l'eau jusqu'en *c* : et enfin venir rouvrir le trou en *b*. Ce procédé ne paroit-il pas simple? et pour avoir une très-petite quantité d'eau. Encore faudroit-il que le tuyau d'aspiration fût d'un petit diamètre, sans quoi la colonne d'eau se déchireroit, l'air passeroit au travers, et il ne monteroit pas une goutte d'eau au corps de *Pompe*. Pour annoncer fausse une opinion universellement reçue, il faut y penser à deux fois.

POMPE ASPIRANTE ET FOULANTE. *Pompe* qui élève l'eau, 1°. en l'aspirant, 2°. en la foulant. Cette *Pompe* est, de même que la précédente, composée d'un corps de *Pompe* *G H* (*Pl. XI*, *fig.* 4.) ouvert par le haut, et à la partie inférieure duquel est adapté le tuyau d'aspiration *H V*. A la réunion de ce tuyau avec le corps de *Pompe* est une soupape *S* (*Voyez* SOUPAPE.) destinée au même usage que dans la *Pompe* simplement aspirante. Dans le corps de *Pompe* est un

piston *M*, non pas percé, comme les précédens, mais plein (*Voyez* Piston); et qui est mis en jeu à l'aide de la tige *x X*, et d'un levier *Y X Z* du second genre, qui a son point d'appui en *Z*. A côté du corps de *Pompe*, et vers le bas, est adapté un tuyau montant *H R*, garni d'une soupape *s* dans sa partie inférieure, et d'un tuyau de décharge *R* dans sa partie supérieure. Cette *Pompe* doit être assujettie de façon qu'il n'y ait que l'extrémité inférieure du tuyau d'aspiration *H V* qui plonge dans l'eau.

Il est aisé de voir que la première action de cette *Pompe* est d'être *aspirante*, comme la précédente. Car si l'on soulève le piston *M*, en amenant le levier *Y X Z* dans sa situation *y u Z*, on soulève la colonne d'air qui repose dessus: l'air qui est dans le tuyau d'aspiration, devient par-là plus rare que l'air extérieur. Ce dernier presse donc avec avantage sur la surface de l'eau *A A*, et la porte, après quelques coups de piston, jusque dans le corps de *Pompe*. Arrivée là, si l'on abaisse le piston *M*, la soupape *S* se ferme, et l'eau est contrainte d'enfiler le tuyau montant *H R*, en soulevant la soupape; laquelle, sitôt que la pression cesse, retombe par son poids et celui de l'eau qui est au-dessus. On voit donc que le piston aspire en montant et foule en descendant.

Cette *Pompe* est très-commode, en ce que son corps de *Pompe* étant placé hors de l'eau, on peut y faire aisément les réparations nécessaires; et en ce qu'on peut, par son moyen, porter l'eau à telle hauteur que l'on veut: il ne s'agit pour cela que de donner plus de longueur au tuyau montant, et augmenter la force qui doit mettre la *Pompe* en jeu.

POMPE. (*Corps de*) (*Voyez* Corps de Pompe).

POMPE DES PRÊTRES. *Pompe* qui est tout à-la-fois aspirante et foulante, mais par un mécanisme qui lui est particulier. Cette *Pompe* est composée de deux corps cylindriques *A E D I* et *D I C E* (*Pl. XII*, *fig.* 5.) d'un diamètre un peu grand, comme de 4 décimètres (15 pouces) faits assez ordinairement de douves de tonneau, réunies et retenues par des liens de fer. A chacun de ces corps est adapté un tuyau; savoir, au corps inférieur *D I C E* le tuyau d'aspiration *F G*; et

au corps supérieur *ABDI* le tuyau montant *HK*; garni à sa partie supérieure de son tuyau de décharge *K*. Ces deux corps sont séparés par un diaphragme de cuir fort *DI*, au milieu duquel est placé un clapet ou une soupape *s*. (*Voyez* CLAPET *et* SOUPAPE). Au-dessus de cette soupape est une fourchette *L*, réunie, au moyen d'une tête fendue comme celle d'un compas, à une tige de métal *LM*, qui met la *Pompe* en jeu, à l'aide d'un levier du second genre *PMO* qui a son point d'appui en *O*. A la réunion du tuyau d'aspiration *FG* avec le corps inférieur *DICE*, est un autre clapet ou soupape *S*. Cette *Pompe* doit être assujettie de façon qu'il n'y ait que l'extrémité inférieure du tuyau d'aspiration *FG* qui plonge dans l'eau.

Dans le moment de l'inaction de la *Pompe* les deux soupapes *s* et *S* sont naturellement fermées par leur propre poids. Si l'on vient à abaisser la tige *ML*, en amenant le levier *PMO* dans la situation *pmO*, on fait prendre au diaphragme *DI* la forme concave *DRI*, ce qui diminue d'autant la capacité inférieure *DCFEI*, et oblige une partie de l'air, qui y est renfermé, d'en sortir, en soulevant la soupape *s*. En soulevant ensuite la tige *ML*, en amenant le levier jusque dans la situation *qnO*, on fait prendre au diaphragme la forme convexe *DLI*; ce qui augmente la capacité inférieure, dont l'air devient par-là plus rare que l'air extérieur. Ce dernier presse donc avec avantage sur la surface de l'eau *VV*, et l'oblige à monter par le tuyau d'aspiration *GF* dans le corps inférieur *DICE*; lequel, après quelques coups de levier, s'en trouve rempli. Alors l'eau, en soulevant la soupape *s*, passe dans le corps supérieur *ABDI*, de là dans le tuyau montant *HK*, et s'échappe enfin par le tuyau de décharge *K*.

Cette *Pompe* est d'une construction très-facile, et n'exige point des ouvriers très-intelligens. Un tonnelier, un serrurier et un cordonnier suffisent pour la construire. Le tonnelier fait les deux corps cylindriques *ABDI* et *DICE*. Le serrurier y met les lieus de fer, et fait la fourchette *L*, la tige *LM* et le levier *PMO*; et le cordonnier fournit le diaphragme *DI*, et y attache les

clapets : et les tuyaux peuvent être faits de terre cuite, de bois ou de telle autre substance qu'on pourra plus aisément se procurer.

Cette *Pompe* est très-commode, en ce qu'elle peut élever une grande quantité d'eau : mais on ne peut la porter à une grande hauteur, à cause du poids énorme de la colonne qu'on a à soulever; lequel poids est proportionnel à la hauteur de cette colonne et à la largeur de sa base, qui est ici très-considérable; puisque c'est le diaphragme qui est cette base. Mais si l'on n'a besoin d'élever l'eau qu'à une petite hauteur, on pourra faire de cette *Pompe* un usage très-avantageux.

POMPE D'INCENDIE. *Pompe* qui, non-seulement est tout à-la-fois aspirante et foulante, mais dont le jet est continu, quoiqu'elle n'ait qu'un corps. Cette *Pompe* est, pour l'essentiel, composée comme la *Pompe* aspirante et foulante (*Pl. XI, fig.* 4.) dont nous avons parlé ci-dessus (*Voyez* POMPE ASPIRANTE *et* FOULANTE) ; avec cette différence que son tuyau d'aspiration est beaucoup plus court; et qu'au lieu de tuyau montant solide, elle porte un tuyau de cuir, auquel on donne une longueur convenable. Cette *Pompe* (*Pl. XII, fig.* 6.) est donc composée d'un corps de *Pompe* *G H*, ouvert par le haut, et à la partie inférieure duquel est adapté le tuyau d'aspiration *H T*. A la réunion de ce tuyau avec le corps de *Pompe* est une soupape *S* (*Voyez* SOUPAPE) destinée à empêcher que l'eau une fois passée dans le corps de *Pompe* ne retourne dans le bassin. Dans ce corps de *Pompe* est un piston *M* non pas percé, mais plein (*Voyez* PISTON), et qui est mis en jeu à l'aide de la tige de métal *x X* et d'un levier du second genre *Y X Z*, qui a son point d'appui en *Z*. Vers le bas du corps de *Pompe* et sur le côté est un trou *C*, que l'on recouvre d'un clapet *c l* dont la queue *l* est à ressort, et attachée avec une petite vis (*Voyez* CLAPET). Ce clapet est destiné à empêcher que l'eau sortie du corps de *Pompe* ne puisse y rentrer, lorsqu'on soulève le piston *M*. Le corps de *Pompe G H* est enveloppé de toutes parts d'un tuyau *B E D* d'un diamètre de 7 ou centimètres (2 ou 3 pouces) plus grand que celu du corps de *Pompe* : et l'intervalle qui

demeure entre l'un et l'autre est rempli d'air. A la partie inférieure de ce tuyau et sur le côté est adapté un autre petit tuyau coudé *E R*, garni à son bout *R* d'une soupape *s* et d'une virole à vis, destinée à recevoir un écrou, par le moyen duquel on joint à ce bout de tuyau le tuyau de cuir dont nous avons parlé ci-dessus, et qui tient lieu de tuyau montant. Tout cet assemblage est placé, comme on le voit en *P* (*fig.* 7.) sur une caisse *N O* doublée de plomb, qui contient l'eau, et serré de haut en bas entre le couvercle *L* de la caisse et une traverse *Q*, au travers de laquelle passe le bout supérieur *F* (*fig.* 6.) du corps de *Pompe*, qui pour cela est d'un plus petit diamètre que le reste. Le couvercle *L* (*fig.* 7.) de la caisse est aussi percé à son milieu, pour laisser passer le tuyau d'aspiration *H T*. (*fig.* 6).

On voit maintenant que si l'on soulève le piston *M*, en amenant le levier *Y X Z* dans la situation *y u Z*, la soupape *s* et le clapet *c* placé en *C* se trouvent serrés contre leurs trous par la pression de l'air extérieur. Cette même pression, agissant sur la surface de l'eau *V V*, l'oblige de passer dans le corps de *Pompe*, en soulevant la soupape *S*. La *Pompe* est donc alors aspirante. Mais lorsqu'on abaisse le piston *M*, la pression que cela cause, ferme la soupape *S* et ouvre le clapet qui est en *C*: l'eau passe donc alors, non-seulement dans le tuyau de cuir *a b d* (*fig.* 7.) en soulevant la soupape *s* (*fig.* 6.), mais encore dans l'intervalle qui se trouve entre le corps de *Pompe* et le tuyau qui l'enveloppe, en montant vers *I K*, et y comprimant l'air qui y est renfermé. Sitôt qu'on soulève de nouveau le piston *M*, cet air, n'étant plus soumis à la pression qu'il éprouvoit, se développe par son ressort, agit sur l'eau qui est entre le corps de *Pompe* et le tuyau qui l'enveloppe, et la pousse dans le tuyau de cuir. De sorte que lorsqu'on abaisse le piston, l'eau est poussée par le piston lui-même : et lorsqu'on le soulève, l'eau est poussée par le ressort de l'air : ce qui rend le jet continu, quoiqu'il n'y ait qu'un corps de *Pompe*.

La continuité du jet est nécessaire dans les incen-

dies. On l'obtient avec cette *Pompe*, en employant le ressort de l'air dans le moment où l'on soulève le piston : il est vrai qu'il faut alors, pour faire jouer la *Pompe*, une force double ; savoir, une force capable de pousser la colonne d'eau ; et une force pareille pour comprimer l'air. Mais ce n'est point un inconvénient ; car dans le cas d'incendie, on manque rarement de bras : il n'y en a souvent que trop.

POMPE A FEU. Machine hydraulique, propre à élever une grande quantité d'eau à une grande hauteur et mise en jeu par l'action du feu.

Les *Pompes à feu* sont composées d'un très-grand nombre de pièces différentes ! nous ne parlerons que des principales, ce qui suffira pour en faire voir le mécanisme. Si l'on en veut un détail bien circonstancié, on le trouvera dans l'*Architecture hydraulique de Belidor, tom. II, p.* 308 et *ff.* d'où nous avons extrait cet article.

Le mécanisme de ces sortes de machines dépend, en général, d'un balancier, dont une des extrémités répond aux pompes aspirantes qui élèvent l'eau du puits, et l'autre a un piston qui joue dans un cylindre.

Ce cylindre communique à un grand alambic de cuivre, l'un et l'autre bien fermés de toutes parts, pour que l'air extérieur ne puisse s'y introduire ; et le fond de cet alambic sert de ciel à un fourneau, dont le feu est le moteur de la machine.

L'eau qui bout dans l'alambic, produit une vapeur qui passe dans le cylindre, dont elle remplit la capacité à mesure que le piston s'élève par le contrepoids du balancier, dont nous donnerons ci-après le détail. Dès que le piston est parvenu à son plus haut terme, l'effet d'un certain mouvement interrompt, par le moyen d'un diaphragme nommé *Régulateur*, la communication de la chaudière et du cylindre, dans lequel il survient subitement une injection d'eau froide, qui venant jaillir contre le dessous du piston, retombe en pluie et condense la vapeur dont la force s'anéantit ; ce qui fait naître un vide, qui donne lieu à la colonne d'air de chasser le piston de haut en bas pour le ramener d'où il étoit parti. Aussitôt le mouvement, dont nous venons

de faire mention, agissant d'un sens contraire, ferme le robinet d'injection et ouvre le régulateur, pour laisser à la vapeur la liberté de s'introduire de nouveau dans le cylindre, et recommencer la même manœuvre. Ainsi l'on voit que *le jeu de cette machine dépend de l'effet alternatif de l'eau chaude et de l'eau froide, joint à l'action de l'athmosphère.*

On jugera de la situation et de la forme du balancier, en considérant la figure (*Pl. XXX*), où l'on verra qu'il est composé d'une grosse poutre *AB*, soutenue dans le milieu par deux tourillons, dont les paliers portent sur un des pignons du bâtiment qui renferme la machine. Les extrémités de cette poutre sont accompagnées de deux jantes cannelées, *C*, *D*, dont la courbure a pour centre le point d'appui *E*, afin que les chaines qui y sont suspendues se maintiennent toujours dans la même direction. La première *F* porte le piston du cylindre, et l'autre *G* la tige qui meut les *Pompes aspirantes*; pour élever l'eau du puits, laquelle se décharge dans la bâche *K*, où elle est toujours entretenue à une certaine hauteur.

Sur une des faces de la même poutre, sont attachées deux autres jantes semblables aux précédentes, dont la première *H* soutient une chaine *L*, à laquelle aboutit une coulisse servant à ouvrir et fermer le robinet d'injection, et à mouvoir le diaphragme qui règle l'action de la vapeur de l'eau chaude.

Quant à la seconde jante *I*, elle soutient aussi une chaine *O*, aboutissant au cadre *N* du piston d'une *Pompe* refoulante, qui élève à 36 pieds (11 à 12 mètres) une partie de l'eau de la bâche *K*, par un tuyau montant *QR*, dans une cuvette *M*, servant à entretenir le robinet d'injection, et à plusieurs autres usages dont nous parlerons bientôt.

Il est bon d'être prévenu que la charge que soutiennent les chaines *O*, *G*, est beaucoup plus grande que celle que portent les chaines *F*, *L*, lorsque le poids de la colonne d'air n'agit pas sur le piston; ainsi la situation naturelle du balancier est de s'incliner du côté du puits, au lieu que la figure le représente dans un sens contraire, c'est-à-dire, dans celui où il se trouve,

lorsque l'injection d'eau froide, ayant condensé la vapeur renfermée dans le cylindre, le poids de la colonne d'air fait baisser le piston. Alors l'eau du puits est aspirée, et celle de la bâche refoulée dans la cuvette *M;* mais, quand la vapeur vient à s'introduire dans le cylindre, sa force étant supérieure au poids de la colonne d'air, elle soutient le piston, laisse agir le poids des attirails que portent les chaînes *O*, *G*, et le balancier s'incline du côté du puits, qui est la situation où il reste, lorsque la machine ne joue pas, parce qu'il s'introduit de l'air dans le cylindre au-dessous du piston, qui se met en équilibre, par son ressort, avec le poids de celui qui est au-dessus.

Pour limiter le mouvement du balancier et amortir sa violence, afin que la machine n'en reçoive point de trop grandes secousses, on fait saillir en dehors du bâtiment les extrémités *S* des deux poutres pour soutenir deux chevrons à ressort, recevant un boulon qui traverse le sommet des jantes du balancier, et l'on prend la même précaution pour le soulager dans sa chûte du côté du cylindre.

Ce cylindre, qui est de métal bien alaisé, a intérieurement 30 pouces (8 décimètres) de diamètre sur 9 pieds (3 mètres) de hauteur et 18 lignes (40 millimètres) d'épaisseur; à 9 pouces (24 centimètres) au-dessous de son sommet *P* (renfermé dans le second étage du bâtiment) règne tout autour un rebord *TV*, sur lequel est attachée avec une bride une coupe de plomb *VX*, de 18 pouces (environ 5 décimètres) de hauteur, évasée par le haut.

Le milieu de ce cylindre est encore accompagné d'un second rebord *YZ*, servant à le soutenir sur deux poutres entre lesquelles il est enclavé, et sur deux barres de fer qui les traversent.

A trois pouces (8 centimètres) au-dessus de la base, le cylindre est percé de deux trous directement opposés, chacun accompagné d'un collet *b*, *a*, intérieurement de quatre pouces (108 millimètres) de diamètre, dont le premier sert à introduire le tuyau d'injection *d*, et le second aboutit à un godet de cuivre *e*, dans le fond duquel est une soupape chargée de plomb, sus-

pendue à un ressort de fer pour la maintenir toujours dans la même direction lorsqu'elle joue. Cette soupape, que l'on nomme *reniflante*, sert à évacuer l'air que la vapeur chasse du cylindre, lorsqu'on commence à faire jouer la machine, et ensuite celui qui est amené par l'eau d'injection, qui empêcheroit l'effet, s'il n'avoit une issue.

Le fond *f g* de ce cylindre est une plaque de métal postiche attachée avec des vis à une bride qui répond à la base; le milieu est traversé par un tuyau *i* d'un pied (3 $\frac{1}{4}$ décimètres) de hauteur, ayant intérieurement 6 pouces (16 $\frac{1}{4}$ centimètres) de diamètre, l'un et l'autre fondus ensemble, de manière qu'une moitié se trouve dans le cylindre pour empêcher que l'eau, qui tombe sur le fond, n'entre dans l'alambic, et l'autre dehors, pour faciliter la jonction du cylindre et de l'alambic.

Le même fond est encore percé vers sa circonférence d'un trou *h* de 4 pouces (11 centimètres) de diamètre avec un collet de 6 pouces (16 $\frac{1}{4}$ centimètres) de hauteur, dont l'objet est de faciliter l'évacuation de l'eau d'injection.

Le piston, qui joue dans le cylindre sur une hauteur de 6 pieds (19 $\frac{1}{2}$ décimètres), est un plateau de métal dont le diamètre a deux lignes (4 $\frac{1}{2}$ millimètres) de moins que celui du cylindre, sur 18 lignes (40 $\frac{1}{2}$ millimètres) d'épaisseur, plus enfoncé dans le milieu que vers la circonférence, laquelle termine une couronne de quatre pouces (11 centimètres) de largeur, formant un relief de deux pouces (5 $\frac{1}{2}$ centimètres). Sur cette couronne est appliquée une ou deux bandes de cuir fort épais, saillant d'une ligne (2 $\frac{1}{2}$ millimètres) sur le pourtour du piston. On maintient ce cuir inébranlable, en le chargeant d'un anneau de plomb de même largeur que la couronne, divisé en trois parties égales, chacune accompagnée d'une queue qui s'encastre dans une cellule faite de trois plaques de cuivre soudées verticalement sur le fond du piston.

Le centre du piston est percé d'un trou qui reçoit le bout de la tige par le moyen d'un tenon arrêté avec des

clavettes ; et cette tige est suspendue à la chaîne *F* du balancier.

Au fond de la cuvette d'injection aboutit un tuyau de plomb *d*, de 4 pouces (11 centimètres) de diamètre, qui s'introduit dans le cylindre, en passant au travers du collet *b* ; ce tuyau est terminé par un ajutage plat, dont l'œil a 6 lignes (13 $\frac{1}{2}$ millimètres) de diamètre, d'où sortent 9 à 10 pintes d'eau froide pour chaque injection, ce qui se fait par le moyen du jeu de la clef d'un robinet *k*, qui s'ouvre et se ferme alternativement. Au même tuyau on en a joint un autre horizontal *l*, ayant au milieu un robinet par lequel on fait couler sans cesse de l'eau au-dessus du piston pour en humecter le cuir, et empêcher l'air extérieur de s'insinuer dans le cylindre. Pour que cette eau ne déborde pas la coupe *P*, lorsque le piston vient à remonter, on a ménagé un tuyau *X c m* de 4 pouces (11 centimètres) de diamètre, qui en reçoit le superflu, lequel va se rendre en *m* dans un réservoir placé en dehors du bâtiment, et appelé *Réservoir provisionnel*.

L'alambic est composé d'une grande chaudière *n o* un peu évasée par le haut, ayant un diamètre de 9 pieds sur 3 $\frac{1}{2}$ (3 mètres sur 11 $\frac{1}{3}$ décimètres) de profondeur, accompagnée d'un rebord de 12 pouces (3 $\frac{1}{4}$ décimètres) de saillie, qui s'appuie sur une retraite de 3 pouces (8 centimètres), ménagée dans la maçonnerie qui environne cette chaudière, dont la surface extérieure est entourée par une petite galerie de 9 pouces (24 $\frac{1}{3}$ centimètres) de largeur qui règne tout-autour, et dans laquelle circule la fumée du fourneau, pour entretenir la chaleur de l'eau bouillante.

Le chapiteau *p r q* de l'alambic a la forme d'un dôme composé de plusieurs plaques de cuivre liées ensemble, et revêtues de maçonnerie *n o* sur la hauteur de 30 pouces (8 décimètres), pour le fortifier contre la force de la vapeur, et le garantir des atteintes de tout ce qui pourroit l'endommager. Son sommet est terminé par une pièce circulaire *r s* de métal percée d'un trou de 6 pouces (16 $\frac{1}{4}$ centimètres) de diamètre, accompagné d'un collet de 3 pouces (8 centimètres) de saillie, ayant une bride pour se raccorder avec le tuyau de communication *t i*, de 18 pouces (5 décimètres) de hauteur, qui

joint l'alambic avec le cylindre. A la base de ce collet est un petit relief de quatre lignes (9 millimètres) de saillie, formant une couronne contre laquelle s'applique le *régulateur*, quand il interrompt le passage de la vapeur dans le cylindre.

Sur le chapiteau de l'alambic est un bout de tuyau de 4 pouces (108 millimètres) de hauteur sur autant de diamètre, soudé verticalement. Au sommet de ce tuyau est adaptée une soupape chargée de plomb, que nous nommerons *ventouse*, dont l'objet est de donner une issue à la vapeur lorsqu'elle devient par trop forte; elle se lève assez souvent quand le régulateur est fermé et que le piston descend.

Au chapiteau de l'alambic est encore adapté un tuyau de cuivre *p v u*, que l'on nomme *cheminée*, dont l'extrémité *u*, qui aboutit hors du bâtiment, est fermée d'une soupape attachée à une corde qui passe sur deux poulies. Ce tuyau, qui a 5 pouces (13 $\frac{1}{2}$ centimètres) de diamètre, sert à évacuer la vapeur, en ouvrant sa soupape, lorsqu'on veut arrêter la machine, et à lui donner une échappée lorsqu'elle acquiert assez de force pour élever la soupape; autrement elle mettroit l'alambic en danger de crever.

Comme on ne peut faire jouer la machine sans avoir de l'eau dans la cuvette d'injection *M*, on place dans le troisième étage une *Pompe* aspirante *x* dont le tuyau *y y z* aboutit vers le fond du réservoir provisionnel, afin qu'au besoin on en puisse tirer de l'eau pour remplir cette cuvette *M*, qui est ordinairement vide quand la machine ne joue pas; parce que l'eau qui part du fond pour se rendre sur le piston, et qui se décharge ensuite dans le réservoir, est bientôt épuisée quand la *Pompe* refoulante *N K* n'agit pas, et qu'on n'a pas pris la précaution, un moment avant que d'arrêter la machine, de fermer le robinet *l* d'injection qui conduit l'eau dans la coupe *V X*.

Pour donner le premier mouvement à la machine, on commence par remplir d'eau la chaudière *n o*: ensuite on allume le feu; on fait jouer la *Pompe aspirante x*, afin de remplir la cuvette d'injection *M*, s'il est nécessaire; et on laisse couler l'eau dans la coupe

V X. Immédiatement après, celui qui dirige la machine vient voir dans quelle situation est le régulateur, afin de l'ouvrir s'il est fermé, ayant la facilité, à l'aide d'une manivelle, de donner a l'essieu les mêmes mouvemens que lui imprime la coulisse menée par la chaîne *L*. La vapeur passe donc dans le cylindre, en chasse l'air et échauffe l'eau qui est au-dessus du piston, que l'on fait couler dans le godet *g* par le tuyau *X g g*, pour remplir ceux par lesquels se décharge l'eau d'injection.

Pendant cette manœuvre, la machine reste en repos jusqu'au moment où elle-même donne le signal pour avertir qu'il est temps de la faire jouer; ce qui se manifeste lorsque la vapeur, ayant acquis assez de force pour ouvrir la soupape qui fermoit sa cheminée *u*, en sort avec détonnation. Aussitôt le directeur, qui attend ce moment, prend de la main droite la queue 1 du marteau 2, et de la gauche la branche 3, et ferme le régulateur *s*: un instant après il ouvre le robinet d'injection *k* qui fait descendre le piston; ensuite le régulateur *s* s'ouvre de lui-même, et la machine continue de jouer sans qu'on y touche, par l'effet alternatif de la vapeur et de l'eau froide, secondé du poids de l'athmosphère.

Quand le mouvement de la machine est bien réglé, elle produit ordinairement 15 impulsions dans une minute, et il ne faut pas qu'elle en donne davantage. On a observé à celle de Fresnes que le piston mettoit autant de temps à monter qu'à descendre.

Bélidor a appris du docteur *Desaguilliers*, qui a fait beaucoup d'expériences sur les machines à feu, que *la force de la vapeur dans le cylindre ne surpassoit jamais d'un dixième la résistance de l'air extérieur, ni n'étoit jamais d'un dixième plus foible, mais qu'elle se maintenoit entre ces deux proportions*; cette force changeant continuellement, selon que le piston est plus ou moins élevé, c'est-à-dire, selon que l'espace est plus ou moins grand.

Ce savant physicien prétend aussi que *la vapeur de l'eau bouillante est environ quatorze mille fois plus rare que l'eau froide, et qu'alors elle est aussi forte par*

son ressort que l'air commun, quoique seize fois plus rare.

Pour insinuer de quelle manière on doit faire le calcul de cette machine, il faut considérer que le diamètre du piston étant de 30 pouces (8 décimètres), sa superficie sera de 4 $\frac{11}{15}$ pieds quarrés (50 décimètres quarrés), qu'il faut multiplier par 2205 livres (1078 $\frac{1}{21}$ kiliogrammes), pesanteur d'une colonne d'air d'un pied quarré (1054 $\frac{1}{2}$ centimètres quarrés) de base, il viendra 10828 livres (5296 $\frac{1}{2}$ kiliogrammes) pour l'action de l'air extérieur sur le piston, par conséquent pour la force de la puissance motrice.

Les *Pompes aspirantes* élevant ensemble une colonne d'eau de 7 pouces (19 centimètres) de diamètre sur 46 toises ou 276 pieds (89 $\frac{1}{2}$ mètres) de hauteur, on trouvera que cette colonne pèse 5165 livres (2526 $\frac{1}{2}$ kiliogrammes).

La *Pompe* de la bâche faisant monter l'eau à 36 pieds (1169 centimètres) de hauteur, et son diamètre n'étant que de 6 pouces (16 $\frac{1}{4}$ centimètres), le poids de la colonne d'eau que refoule son piston, se trouve de 495 livres (242 kiliogrammes); mais, comme le bras du levier de ce piston n'est que les trois cinquièmes de celui de la puissance, il faut réduire ce poids, en le multipliant par $\frac{3}{5}$ pour avoir 297 livres (145 $\frac{1}{4}$ kiliogrammes), qui étant ajoutées à 5165 livres (2526 $\frac{1}{2}$ kiliogrammes), il viendra 5462 livres (2671 $\frac{1}{4}$ kiliogrammes), à quoi il faut encore ajouter le poids des attirails qui répondent au puits et à la bâche, que j'estime d'environ 4000 livres (1956 $\frac{1}{2}$ kiliogrammes), déduction faite de celui du *grand piston*: ainsi la puissance aura à surmonter une résistance d'environ 9462 livres (4628 $\frac{1}{3}$ kiliogrammes); et comme cette puissance a été trouvée de 10828 livres (5296 $\frac{1}{2}$ kiliogrammes), elle sera donc supérieure de 1366 livres (668 $\frac{1}{6}$ kiliogrammes) au poids qu'elle doit enlever.

Il est à remarquer que cette supériorité de la puissance sur le poids, qui doit être au moins dans le rapport de 6 à 5, est nécessaire, non-seulement pour rompre l'équilibre, mais encore parce que le piston n'est point chassé tout-à-fait par la pesanteur *absolue* de

l'air,

l'air, puisqu'il fuit et se dérobe en partie à son impression. D'ailleurs il ne faut pas compter que quand le piston descend, le cylindre soit entièrement privé d'air grossier, puisque l'eau d'injection en entraîne toujours une certaine quantité, qui se trouvant renfermée dans un plus petit espace, à mesure que le piston descend, pourroit acquérir une force de ressort assez sensible pour lui résister.

Ayant dit que la machine produisoit 15 impulsions par minutes, lorsque son mouvement est bien réglé, on voit que dans le même temps elle épuise une colonne d'eau de 15 toises (29 ½ mètres) de hauteur sur 7 pouces (19 centimètres) de diamètre, ou 155 muids d'eau par heure, dont environ 25 pintes montent à chaque impulsion dans la cuvette supérieure, et le reste se décharge dans un petit canal qui la conduit où l'on veut.

Avant que cette machine fût établie à Fresnes, il y en avoit une d'une autre espèce, qui agissoit jour et nuit sans discontinuer, et pour laquelle il falloit entretenir vingt hommes et cinquante chevaux, au lieu que présentement on épuise en 48 heures toute l'eau que les sources peuvent fournir dans le courant de la semaine, et deux hommes suffisent pour veiller tour-à-tour au gouvernement de la machine.

Le fourneau consomme, en 24 heures, deux muids de charbon de terre, chacun contenant environ 14 pieds cubes (48 décalitres), ou deux cordes (4 doubles stères) de bois, chacune de 8 pieds de longueur sur 4 de largeur et autant de hauteur.

J'ajouterai que, dans la description précédente, je me suis écarté en quelques endroits de ce qu'on a suivi à Fresnes, pour exposer les choses, non pas tout-à-fait comme elles ont été exécutées, mais comme elles auroient dû l'être, sans cependant avoir rien changé d'essentiel.

Il faut avouer que voilà la plus merveilleuse de toutes les machines, et qu'il n'y en a point dont le mécanisme ait plus de rapport avec celui des animaux. La chaleur est le principe de son mouvement; il se fait dans ses différens tuyaux une circulation, comme celle

du sang dans les veines, ayant des valvules qui s'ouvrent et se ferment à propos ; elle se nourrit, s'évacue d'elle-même dans des temps réglés, et tire de son travail tout ce qu'il lui faut pour subsister.

On remarquera que si l'on avoit à élever l'eau d'une source à une hauteur considérable au-dessus de l'horizon, dans des tuyaux posés verticalement, ou sur un plan incliné, on pourroit se servir de la machine, en disposant des pompes aspirantes et refoulantes de la manière la plus convenable à la situation du lieu.

L'abbé Nollet (*Leçons de Physique, tome IV, p.* 84), a fait voir une application du principe qui met en jeu les *Pompes à feu*, par le moyen d'une machine simple et sans pistons. *A B* (*Pl. XXXIII, fig* 9.) est une caisse plus longue que large, garnie de plomb par-dedans, et remplie d'eau à-peu-près jusqu'à moitié : *C*, *D* sont deux montans élevés sur la caisse pour soutenir un auge *E*, qui est aussi doublée de plomb. *F G* est un petit fourneau de métal dans lequel il y a une lampe d'esprit-de-vin, et qui porte une bouilloire *H I*, qu'on emplit d'eau environ à moitié, par un trou qui est en haut, et qu'on ferme ensuite avec un bouchon à vis *K*, sous l'épaulement duquel on enferme des anneaux de papier ou de carton mouillé. *L M* est un cylindre de verre creux, garni haut et bas d'un fond de métal qui s'applique avec des anneaux de carton interposés, pour empêcher toute communication du dedans au dehors, par les bords du verre ; celui d'en bas *M* porte un tuyau ouvert de part et d'autre, dont un bout est plongé dans l'eau de la cuvette, et l'autre, qui est garni d'une soupape, répond à la partie inférieure du cylindre de verre. Le fond d'en haut *L* porte un robinet dont la clef, percée selon son axe et selon un de ses rayons, fait communiquer le vaisseau cylindrique *L M*, que l'on emplit d'eau seulement pour la première fois, tantôt avec le canal *N* qui aboutit à la bouilloire, tantôt avec celui qui joint le tuyau montant *O P*.

La lampe étant donc allumée, dès que l'eau vient à bouillir et que les vapeurs sont dilatées dans la partie supérieure de la bouilloire, si, tournant la clef du

robinet, on les laisse passer dans le vaisseau *L M*, elles s'y étendent et en chassent toute l'eau, qui y est, par le tuyau montant *O P*; alors si l'on tourne la clef du robinet, de manière qu'il y ait communication entre la boîte cylindrique et le canal *Q*, qui aboutit au tuyau montant, il y tombe quelques gouttes d'eau froide qui condensent la vapeur, c'est-à-dire, qui la réduisent à un si petit volume, que le vaisseau peut être réputé vide : aussitôt le poids de l'athmosphère, qui agit par le trou *M* sur l'eau de la caisse, y porte de l'eau, et le remplit; cette eau est chassée comme la première, dès qu'on laisse rentrer la vapeur; et cette vapeur fait encore place à de nouvelle eau, dès qu'on la condense en retournant la clef pour emprunter quelques gouttes d'eau froide du tuyau montant. Par ces alternatives réitérées on épuiseroit la caisse, et l'on rempliroit l'auge d'en haut; mais pour faire durer le jeu de la machine plus longtemps; on a pratiqué un tuyau de décharge *R S*, qui ramène l'eau à sa première source.

Il y auroit du danger pour ceux qui sont occupés au service de ces sortes de machines, s'ils se laissoient surprendre par une dilatation trop violente des vapeurs; c'est pourquoi l'on y pratique un petit soupirail *H*, sur lequel on met une soupape chargée d'un poids qui fait moins de résistance que la bouilloire n'est capable d'en faire, afin que, si la vapeur devient trop forte, elle trouve une issue qui la ralentisse avant qu'elle puisse faire crever le vaisseau.

PONANT. (*Voyez* Occident).

PORES. Interstices qui se trouvent entre les parties solides des corps, et qui sont vides de la propre substance de ces corps. Tels sont tous les trous que l'on voit dans une éponge; ce sont autant de *Pores* de l'éponge : tels sont encore les petits trous que l'on voit dans une lame mince de bois, qu'on observe avec un microscope.

Tous les corps ont des *Pores*, mais tous n'en ont pas en égale quantité; ceux-là en ont le moins, qui pèsent le plus à volume égal; car le poids est toujours proportionnel à la quantité de matière; et moins il y

a de *Pores* dans un corps d'un volume donné, plus ce corps contient de matière, et par conséquent plus grand est son poids. L'or et le platine qui sont, de tous les corps que nous connoissons, les plus pesans, ont cependant des *Pores*, puisque l'eau régale les pénètre et les dissout; à plus forte raison tous les autres corps, puisqu'ils sont moins pesans qu'eux; dans quelques-uns mêmes cette porosité est à un très-haut degré. (*Voyez* POROSITÉ).

Musschenbroëck, dans son *Essai de Physique, ch. II*, est entré dans un assez grand détail sur l'existence et la nature des *Pores*: nous allons extraire ici une partie de ce qu'il a dit.

Tout les corps qui sont venus jusqu'à présent à notre connoissance, et qui sont de telle grandeur que nous puissions les manier, se trouvent avoir des *Pores*.

1°. Les microscopes nous font voir cela d'une manière évidente. Que l'on mette un morceau de feuille d'or bien mince et bien battu, sur un verre ou plaque de verre de Moscovie, sur laquelle on a coutume d'exposer les objets; ce morceau étant considéré à l'opposite de la lumière, à l'aide d'un microscope, qui grossisse beaucoup les objets, on remarquera qu'il est rempli d'un grand nombre de *Pores*. On peut découvrir la même chose dans l'argent, dans le cuivre, dans le plomb et dans l'étain réduits en lames fort minces.

On peut encore remarquer plus facilement ces *Pores* dans toutes sortes de bois et dans les végétaux, et voir en même temps la grande différence qui se trouve entre eux. Les peaux des corps des animaux ont aussi un grand nombre de *Pores*, mais qui sont beaucoup plus petits que ceux des végétaux.

2°. Si nous remarquons que de gros corps soient pénétrés par d'autres corps beaucoup plus subtils, il faut nécessairement que ces derniers s'y insinuent à travers les *Pores*. La lumière est un corps, elle pénètre et s'insinue dans tous les autres corps minces; car il n'y a aucun éclat, de quelque corps que ce soit, d'entre ceux que nous connoissons jusqu'à présent, qui n'ait paru transparent, en le considérant à l'aide d'un mi-

croscope. Nous sommes nous-mêmes transparens. Pour vous en convaincre, rendez une chambre entièrement obscure; faites un petit trou de la grandeur d'un pois à la fenêtre, de manière que le soleil puisse y entrer; tenez contre ce petit trou votre doigt, qui paroîtra aussi transparent que la corne, surtout à l'endroit où l'on voit les ongles: si cette recherche vous paroît trop gênante, joignez seulement les doigts de votre main les uns contre les autres, et regardez-les le soir à la lumière de la chandelle, et vous les trouverez alors, en quelque manière, transparens à chaque côté de leur jonction. La lumière qui pénètre à travers ces corps est par conséquent une preuve qu'ils ont des *Pores*. Le feu démontre aussi la même chose: en effet, y a-t-il aucun corps, soit solide ou liquide, qui ne devienne chaud par le moyen du feu? cet élément s'insinue donc dans les corps, et il y pénètre à travers leurs *Pores*.

3°. Le mercure pénètre dans l'or, dans l'argent, dans le cuivre rouge, dans le cuivre jaune, dans l'étain et dans le plomb, de la même manière que l'eau entre dans une éponge. On a aussi découvert que l'eau enfermée dans une boule d'argent, d'étain ou de plomb, peut, en entrant dans les *Pores*, la pénétrer et traverser jusque sur la surface externe du métal, où elle se rassemble comme une rosée. L'eau pénètre à travers toutes les membranes du corps animal; car si on les met tremper dans l'eau lorsqu'elles sont sèches et dures, elles y deviendront molasses et humides. L'eau s'insinue dans les plantes, soit qu'elles soient vertes ou sèches, et par conséquent dans toutes sortes de bois; car elle leur sert de nourriture, ou du moins elle la leur porte avec elle. L'eau entre dans le sable, dans plusieurs poudres, dans le sucre et dans les sels: les huiles pénètrent dans le soufre.

Nous voyons donc par-là que les corps solides sont poreux; mais en est-il de même à l'égard des liquides? peuvent-ils aussi se pénétrer mutuellement de la même manière que l'eau s'insinue dans le sable?

Réaumur (*Histoire de l'Académie des Sciences*, *année* 1733), ayant versé dans un tuyau de verre

deux parties d'eau, et par-dessus une partie d'eau-de-vie, remarqua d'abord jusqu'à quelle hauteur la surface supérieure de l'eau-de-vie montoit; ensuite secouant le tout ensemble, jusqu'à ce que l'eau-de-vie fût bien mêlée avec l'eau, il trouva que ces deux liquides occupoient dans le tuyau moins de place qu'auparavant, et même que, pour remplir le tuyau à la même hauteur, il falloit y ajouter de nouveau une cent vingtième partie d'eau-de-vie. On connoît encore d'autres liquides qui se pénètrent mutuellement. Versez dans un tuyau de verre de l'acide sulfurique jusqu'à la hauteur d'un décimètre; versez ensuite pardessus un décimètre d'eau, et il se fera alors une ébullition : bouchez le tuyau sur ces entrefaites, et dès que ces deux liquides ne seront plus en mouvement, on trouvera que ce tuyau n'est pas rempli jusqu'à hauteur de deux décimètres : si l'on joint à dix parties d'acide sulfurique quarante parties d'eau, la diminution sera de deux parties.

La grandeur, la multitude et les figures des *Pores* des corps sont d'une grande diversité, et il est impossible d'en donner la description, comme il paroît clairement lorsqu'on considère et qu'on examine ces corps à l'aide du microscope. Celui qui n'a ni l'occasion, ni le loisir de faire lui-même cette recherche, peut consulter à ce sujet les excellens ouvrages de *Malpighi* et de *Leeuwenhoëk*.

Il est fâcheux qu'il ne se trouve aucun grand corps qui n'ait des *Pores*; car s'il y en avoit de tels, nous pourrions savoir au juste combien il y a d'étendue poreuse dans chaque corps. Car supposons qu'un corps de la grandeur de 20 centimètres, soit de la pesanteur de 5 hectogrammes, et que ce même corps n'ait absolument aucun *Pore* : supposons ensuite qu'un autre corps de la même grandeur ne pèse que 2 $\frac{1}{2}$ hectogrammes, la moitié de ce dernier ne consistera donc qu'en *Pores*, et l'autre moitié sera composée de matière solide. De cette manière nous pourrions toujours savoir au juste quelle est la quantité de matière ou de *Pores* qui se rencontre dans un corps; mais on ne connoît encore jusqu'à présent aucun corps de cette

nature, et nous ne pouvons par conséquent rien déterminer à cet égard.

L'or est fort pesant et en même temps poreux : supposons pour un moment que les *Pores* fassent la moitié de son étendue, et que l'autre moitié soit composée de matière solide : la pesanteur d'une certaine quantité d'eau qui a le même volume que l'or, est d'environ 19 $\frac{1}{4}$ moindre que celle de l'or; il y aura donc dans l'étendue de l'or 19 $\frac{1}{4}$ fois plus de matière que dans celle de l'eau; et ainsi ce qu'il y a de poreux dans l'eau, sera à l'égard de ce qu'il y a aussi de poreux dans l'or, comme 19 $\frac{1}{4}$ à 1; mais nous supposons que la moitié de l'or est poreux, par conséquent l'étendue poreuse, qui se trouve dans l'eau, sera par rapport à la matière de ce liquide, comme 38 $\frac{1}{2}$ à 1. Le liège est 81 $\frac{1}{2}$ fois plus léger que l'or; ainsi on peut conclure que, dans un morceau de liège de la grandeur d'un pouce cubique, l'étendue des *Pores* est par rapport à la solidité, comme 163 à 1. Qui auroit jamais cru qu'il y eût si peu de matière dans les corps? Et peut-être en ont-ils encore moins que ce que nous venons de marquer. En effet, combien l'eau, le verre et les diamans doivent-ils être poreux, puisque de quelque manière qu'on les tienne et qu'on les expose, la lumière y entre et y pénètre de tous côtés si aisémeut.

Afin de donner une idée des corps et de leurs *Pores*, supposons que plusieurs tamis, percés de grands trous, soient mis les uns sur les autres, il s'en formera de cette manière une masse qui se trouvera de tous côtés percée d'outre en outre par de grands trous. De même que la poussière passe par un crible, lorsqu'elle est plus petite que les trous qui s'y trouvent, de même aussi les parties les plus fines pourront passer à travers la masse précédente, formée de plusieurs tamis posés les uns sur les autres. Tous les corps sont de pareilles masses faites en manière de tamis; ainsi nous pouvons par-là concevoir plusieurs effets et phénomènes qui nous surprenoient autrefois. Si on enveloppe une pièce d'argent bien nette dans beaucoup de papier et de linge, et qu'on la tienne suspendue au-dessus de l'acide sul-

fureux, elle deviendra dans peu toute noire; l'acide sulfureux traversant facilement les pores du papier et du linge, et pénétrant jusqu'à l'argent sur lequel il produit cet effet. Les parties odoriférantes qui s'exhalent du musc et de la civette, s'échappent par les *Pores* des boîtes de bois. Les esprits du vin et de l'eau-de-vie s'évaporent à travers les *Pores* des tonneaux; et c'est par cette raison qu'on doit remplir toutes les semaines les tonneaux dans lesquels on a mis du vin du Rhin. Il arrive cependant que des matières subtiles ne s'échappent pas à travers de certains corps percés de larges trous, à cause d'une disposition particulière qui se trouve dans ces mêmes corps: en voici un exemple. Les *Pores* du liège sont infiniment plus larges que les petites parties de l'eau ou du vin, cependant aucun de ces deux liquides ne sort à travers les *Pores* du liège; car renversez une bouteille pleine d'eau ou de vin, et bien bouchée avec du liège, il n'en sortira pas une seule goutte.

Prenez un morceau de bon baracan, espèce d'étoffe qui se fait avec du poil de chameau, quelque poreuse qu'elle soit, l'eau ne la pénétrera point; et c'est pour cela que cette étoffe est fort propre pour en faire des manteaux contre la pluie. La lumière pénètre à peine à travers un papier blanc bien fin, quoiqu'il soit fort poreux, et que le diamètre de ses *Pores* soit infiniment plus grand que celui des corpuscules de la lumière.

Mais en général, et à l'exception de quelque cas singulier, toutes les petites parties, qui ont moins de grandeur que les *Pores*, doivent nécessairement y passer, de la même manière que la poussière passe à travers un tamis. (*Voyez* OPACITÉ, DIAPHANÉITÉ). *Mussch. Ess. de Physique*, §. 38, *et suiv.* Comme le liège et le sapin sont les bois les plus légers, ce sont aussi ceux qui sont les plus propres à découvrir au microscope le nombre prodigieux, la figure et la disposition de leurs *Pores*, en coupant ces bois en morceaux aussi minces qu'il est possible. *Hoock* (*Micrograh.* 114), a observé que, dans un morceau de liège, les vaisseaux de l'air, ceux de la sève, et les *Pores du bois*, sont merveilleux

dans leur figure, leur nombre et leur disposition, comme on le voit clairement lorsqu'on en coupe des morceaux aussi minces qu'il est possible, et qu'on les présente à la vue. Le sapin et le liège sont les plus propres à cette observation, mais les autres espèces de bois peuvent être disposées à cet examen, quoiqu'avec un peu plus de peine. Dans un morceau de liège de la longueur de la dix-huitième partie d'un pouce ($1\frac{1}{2}$ millimètre), on a compté soixante cellules en ligne droite, d'où il suit qu'il en a 1080 dans la longueur d'un pouce (27 millimètres), un million 166 mille 400 dans un pouce quarré ($732\frac{3}{10}$ millimètres quarrés), et 1259 millions 712 mille dans un pouce cubique (19817 millimètres cubes).

POREUX. Epithète que l'on donne aux corps qui ont des *Pores*. (*Voyez* PORES). Comme il n'y a point de corps qui n'aient pas de pores, comme nous l'avons prouvé à l'article précédent, il s'ensuit que cette épithète convient à tous les corps.

POROROCA. *Terme de Physique*. Phénomène singulier du flux de la mer, que l'on observe entre Macapa et le cap Nord, dans l'endroit où le grand canal du fleuve se trouve le plus resserré par les îles, et surtout vis-à-vis de la grande bouche de l'Arawarie, qui entre dans l'Amazone du côté du nord.

Pendant les trois jours les plus voisins des pleines et des nouvelles lunes, temps des plus hautes marées, la mer, au lieu d'employer près de six heures à monter, parvient en une ou deux minutes à sa plus grande hauteur : on juge bien que cela ne se peut passer tranquillement. On entend d'une ou de deux lieues de distance un bruit effrayant qui annonce le *Pororoca*; c'est le nom que les Indiens de ce canton donnent à ce terrible flot. A mesure qu'il approche, le bruit augmente : et bientôt l'on voit s'avancer une masse d'eau de douze à quinze pieds (environ 4 à 5 mètres) de haut, puis une autre, puis une troisième, et quelquefois une quatrième, qui se suivent de près, et qui occupent toute la largeur du canal; cette lame chemine avec une rapidité prodigieuse, brise et rase en courant tout ce qui lui résiste. On a vu en plusieurs endroits des marques de ses ra-

vages; de très-gros arbres déracinés, des rochers renversés, la place d'un grand terrein récemment emporté; partout où elle passe, le rivage est net comme s'il eût été balayé. Les canots, les pirogues, les barques même n'ont d'autre moyen de se garantir de la fureur de la *barre* (c'est ainsi qu'on nomme le *Pororoca* à Cayenne), qu'en mouillant dans un endroit où il y ait beaucoup de fond.

La Condamine a examiné avec attention en divers endroits toutes les circonstances de ce phénomène, et particulièrement sur la petite rivière de Guama, voisine du Para. Il a toujours remarqué qu'il n'arrivoit que proche de l'embouchure des rivières, et lorsque le flot montant et engagé dans un canal étroit, rencontroit en son chemin un banc de sable, ou un haut fond qui lui faisoit obstacle; que c'étoit là et non ailleurs que commençoit ce mouvement impétueux et irrégulier des eaux, et qu'il cessoit un peu au-delà du banc, quand le canal redevenoit profond, ou s'élargissoit considérablement. Il faut supposer que ce banc soit à-peu-près de niveau à la hauteur où atteignent les eaux vives, ou les marées de nouvelle et pleine lune. C'est à sa rencontre que le cours du fleuve doit être suspendu par l'opposition du flux de la mer, qui forme un courant opposé. C'est là que les eaux, arrêtées de part et d'autre, doivent s'élever insensiblement tant que le courant peut soutenir l'effort du flux, et jusqu'à ce que celui-ci l'emportant, rompe enfin la digue, et déborde au-delà en un instant. On dit qu'il arrive quelque chose d'assez semblable aux îles Orcades, au nord de l'Ecosse, et à l'entrée de la Garonne, aux environs de Bordeaux, où l'on appelle cet effet des marées, le *mascaret*. (*Voyez* MASCARET).

POROSITÉ. *Terme de Physique.* Ce mot exprime la somme des interstices qui se trouvent entre les parties solides des corps, et qui sont vides de la propre substance de ces corps.

Il n'y a point de corps dont les parties soient tellement rapprochées les-unes des autres, qu'il ne reste entr'elles aucun interstice vide de leur propre substance: la *Porosité* est donc une propriété générale, et qui ap-

partient à tous les corps; mais elle n'appartient pas à tous au même degré (*Voyez* Pores) : les uns ont une plus grande *Porosité* que les autres. Les pores les plus ouverts ne sont pas toujours une preuve de la plus grande *Porosité* : le nombre compense, ou même surpasse quelquefois, ce que fait la grandeur. Par exemple, les pores du bois de chêne sont beaucoup plus ouverts que ceux du liège : cependant le bois de chêne a une *Porosité* moindre que celle du liège; car, à volume égal, il pèse plus que lui.

Quoique nous sachions que la *Porosité* appartient à tous les corps, et que nous connoissions par le poids le rapport de la *Porosité* d'un corps à celle d'un autre corps, nous ignorons cependant l'intensité de cette *Porosité*. Pour connoître sa valeur, il nous faudroit une matière toute solide, une matière qui n'eût point de pores, ou du moins une matière dont la *Porosité* absolue nous fût connue : alors le rapport de son poids au poids d'un autre corps, à volume égal, nous donneroit le rapport des *Porosités* de ces deux corps, et par conséquent leurs *Porosités* absolues. Mais nous ne connoissons point de matière de ces espèces. Suivant *Newton* (*Trait. d'Opt. liv.* 2, *part.* 3, *prop.* 8, *pag.* 313), l'or a plus de pores que de parties solides : quelle doit donc être la *Porosité* des autres corps? cette *Porosité* est en raison inverse de la densité : or la densité de l'or est à celle de l'eau à-peu-près comme $19\frac{1}{4}$ est à 1; et elle est à celle de l'air comme environ 15400 est à 1. Mais comment concevoir une aussi grande *Porosité*? *Newton*, dans l'endroit cité ci-dessus, *pag.* 315, nous en donne le moyen de la manière suivante. « Si » nous concevons, dit-il, que ces particules (des corps) » puissent être tellement disposées, que les intervalles » ou espaces vides qu'il y a entr'elles soient égaux » en quantité à toutes ces particules prises ensemble; » et que ces particules soient composées d'autres plus » petites, qui aient entr'elles des espaces vides d'une » quantité égale à celle de toutes ces plus petites par- » ticules; et que ces plus petites particules soient pa- » reillement composées d'autres beaucoup plus petites, » qui toutes ensemble soient égales à tous les pores ou

» espaces vides qu'il y a entr'elles; et ainsi de suite » jusqu'à ce qu'on vienne à des particules solides qui » n'aient nuls pores ou espaces vides : et que dans » un certain corps il y ait, par exemple, trois pareils » degrés de particules, les moindres desquelles soient » solides, ce corps aura sept fois autant de pores que » de parties solides. Mais s'il y a quatre pareils de- » grés de particules dont les moindres soient solides, » le corps aura quinze fois autant de pores que de » parties solides. S'il y en a cinq degrés, le corps aura » trente-une fois autant de pores que de parties so- » lides; s'il y en a six degrés, le corps aura soixante- » trois fois autant de pores que de parties solides; et » ainsi de suite continuellement ».

On voit que de cette même manière on pourroit arriver à une *Porosité* excessive.

PORTANT *ou* PORTE-POIDS. Nom que l'on donne à un morceau de fer, que l'on met sous les pieds de l'armure d'un aimant, et auquel on suspend le poids que l'aimant doit soulever. La longueur, la largeur, l'épaisseur et la figure du *Portant* ne sont pas des choses indifférentes : elles influent beaucoup sur la quantité de poids que doit porter l'aimant. Il est malheureusement très-difficile de prescrire des règles sur cela; il n'y a que l'épreuve qui puisse apprendre quelles doivent être ces dimensions.

Le *Portant ABCD* (*Pl. LXV*, *fig.* 2.) doit être fait de fer doux, bien raffiné et fort flexible, qui ne soit doublé en aucun endroit, ni fendu, ni rompu : l'acier, ou le fer qui est dur, n'est pas à beaucoup près aussi bon; si le *Portant* en étoit fait, l'aimant ne porteroit pas un si grand poids. On peut en quelque sorte déterminer la largeur du *Portant* : il doit être un peu plus large que la base inférieure *C* et *D* des pieds de l'armure : il n'est pas si bon, lorsqu'il est plus étroit. Sa longueur doit avoir 4 ou 5 lignes (environ 10 millimètres) de plus que la distance qui se trouve entre les faces extérieures *C* et *D* des pieds de l'armure : car si l'on ne donne pas au *Portant* plus de longueur que n'en a cette distance, de façon que ses côtés extérieurs *CB* et *DA* n'excèdent pas les faces extérieures

C et *D* des pieds de l'armure, alors l'aimant ne portera pas tout ce qu'il pourroit porter, si son *Portant* étoit un peu plus long. Quant à sa hauteur *BC*, il n'y a que l'épreuve qui puisse apprendre quelle elle doit être; car il se rencontre des aimans qui demandent un *Portant* deux fois plus haut que d'autres, sans qu'on en puisse découvrir la raison: il faut donc que le *Portant* n'ait ni trop, ni trop peu de hauteur. On doit donc en chercher la meilleure hauteur, en en rendant un inutile par les épreuves, comme nous avons dit qu'on le doit faire pour les *armures* (*Voyez* ARMURE DE L'AIMANT), et en faisant un second *Portant* qui ait précisément la hauteur que l'on a trouvée être la meilleure de toutes.

Quant à la figure, voici ce qu'il faut observer. La surface supérieure *DC* du *Portant* doit être bien lisse et bien polie, et avoir des angles aigus, et non arrondis; mais les angles du côté inférieur *AB* peuvent être arrondis. Il vaudroit mieux que les extrémités *DA*, *CB* fussent quarrées, en sorte que le *Portant ABCD* demeurât en parallélipipède rectangle, que d'être seulement arrondies à demi; mais si l'on donne au *Portant* la figure que l'on voit ici représentée, l'aimant portera plus de poids que si on lui donnoit toute autre figure.

L'on fait au milieu de la partie inférieure *AB* du *Portant* un trou très-évasé par dehors de chaque côté, qui va par conséquent en diminuant de diamètre vers le milieu de l'épaisseur du *Portant*, et dans lequel on passe un crochet *L*, auquel on suspend le poids que l'aimant doit soulever.

PORTE-LUMIERE. *Terme de physique.* Instrument dont on fait usage pour introduire, dans une direction commode et convenable, un jet de lumière dans un lieu obscur, afin de faire, par son moyen, différentes expériences sur la lumière; soit en la réfléchissant, soit en la réfractant, soit en en séparant les rayons, de manière à rendre apparentes les couleurs qui la composent.

Cet instrument est composé d'un tuyau *AB* (*Pl. XLII, fig.* 8.) adapté à une planche ronde ou quarrée *CD*, qui s'atache à un trou fait au volet de la fenêtre. Dans

un trou, fait au milieu de cette planche, tourne un anneau *E F*, qui peut au besoin recevoir une lentille, et qui porte sur sa circonférence deux tiges plates de métal *Z z*, sur les extrémités *l* desquelles est engagé un miroir plan *K L*. C'est par le moyen de ce miroir qu'on parvient à introduire un jet de lumière solaire dans le tuyau *A B*. Pour cela, en faisant tourner ce tuyau, ainsi que l'anneau *E F* qui fait corps avec lui, on présente le miroir au soleil; ensuite, par le moyen de la petite tige ronde *x*, terminée par la vis sans fin *v*, qui engrène la roue dentée *l*, on donne au miroir l'inclinaison convenable, pour que le jet de lumière réfléchi par ce miroir, entre directement dans le tuyau *A B*. Ce jet de lumière, ainsi introduit dans un lieu obscur, sert aux épreuves qu'on veut lui faire subir.

PORTE-POIDS. (*Voyez* PORTANT.)

PORTE-VOIX. Instrument en forme de trompette, à l'aide duquel on augmente beaucoup l'intensité du son, et on le porte à une grande distance.

On dit qu'*Alexandre-le-Grand* se servoit d'un *Porte-voix* pour rassembler ses troupes et rallier son armée, quelque nombreuse et quelque dispersée qu'elle pût être, et qu'il se faisoit entendre de tous ses soldats, comme s'il eût parlé à chacun d'eux en particulier.

Le *Porte-voix* est composé de substance élastique, tel que du fer-blanc ou du laiton; et sa forme la plus ordinaire est celle que l'on voit *Pl. XXVII*, *fig.* 6. *A* est son embouchure : et son diamètre va en augmentant graduellement, mais d'une petite quantité jusqu'en *E B*, et ensuite d'une quantité plus sensible jusqu'à son pavillon *D*; de sorte que son évasement suit à-peu-près la courbe *C D*.

Le chevalier *Samuel Morland*, gentilhomme anglois, et quelques autres ont semblé attribuer l'augmentation du son dans le *Porte-voix* à la seule direction des rayons : aussi *Hase*, professeur à Wittemberg, veut-il que le *Porte-voix* soit formé de deux parties, l'une elliptique et l'autre parabolique (*fig.* 7.), combinées de façon qu'un des foyers de l'ellipse se trouve à l'embouchure *a*, précisément à l'endroit où l'on parle, et que l'autre foyer *b* de l'ellipse soit en même temps le foyer de la

parabole. Il paroît sûr que cette forme doit contribuer beaucoup à augmenter l'intensité du son dans la direction ag, ou suivant le prolongement de l'axe de l'instrument. Car les rayons sonores partant du foyer a de l'ellipse, et tombant sur les parois intérieures en c, d, e, f, etc. vont tous se croiser au second foyer b de l'ellipse, lequel est en même temps le foyer de la parabole : tous ces rayons partant de là, et tombant sur les parois intérieures de la parabole en h, i, k, l, etc. sont tous réfléchis parallèles. (*Voyez* ELLIPSE *et* PARABOLE.) Il doit donc y avoir, par ce moyen, dans la colonne d'air $iknm$, autant de mouvement, et par conséquent autant de son qu'il y en auroit dans tout l'hémisphère, dont le centre seroit occupé par la bouche de l'homme qui parleroit sans *Porte-voix*. Mais le son n'est pas seulement augmenté dans cette direction : il l'est encore beaucoup à côté et derrière. Si le *Porte-voix* étoit intérieurement bien poli et d'une figure bien régulière, et qu'on mît au foyer a une bougie, les rayons lumineux suivroient la même route que les rayons sonores, et formeroient une lumière vive dans la colonne $iklm$; mais à côté et derrière on seroit dans une parfaite obscurité. Il faut donc qu'il y ait quelqu'autre cause que la direction des rayons qui augmente le son dans le *Porte-voix*. Cette autre cause est sans doute que, dans cet instrument, le mouvement est imprimé à une masse d'air appuyée, et sur des parois élastiques, capables de le transmettre au-dehors. C'est pour cette même raison qu'on entend mieux un homme qui parle dans une rue, que s'il parloit en rase campagne : on l'entend encore mieux s'il parle dans une chambre fermée de toutes parts, et dont les parois soient dures et élastiques.

POTASSE. C'est un des alkalis fixes; c'est l'alkali végétal. On peut l'extraire de différentes substances. On peut l'extraire de la lessive des cendres de bois : on l'appelle alors *salin*, lequel salin calciné est la *Potasse*.

La *Potasse* se combine avec les acides, et forme des sels différens, suivant l'acide auquel elle est combinée. Elle se combine aisément avec les substances graisseuses,

et les rend solubles dans l'eau : cela forme les savons. On l'extrait aussi de la lie de vin, qui se réduit presqu'en entier en alkali par la combustion; c'est ce qu'on appelle *cendres gravelées*; cet alkali est verdâtre. La combustion du tartre du vin fournit aussi un alkali très-pur, connu sous le nom de *sel de tartre*, c'est le *carbonate de Potasse*.

L'alkali végétal bien pur attire l'humidité de l'air, et se résout en liqueur.

POUCE. C'est une mesure qui est la douzième partie d'un *pied*. (*Voyez* PIED). Elle contient 12 lignes; et chaque ligne contient 12 points; de sorte que le *Pouce* est composé de 144 parties, appelées *points*.

POUCE QUARRÉ. C'est le *Pouce* qui est composé du produit d'un *Pouce* multiplié par un *Pouce*; et c'est alors un *Pouce* de surface. Ainsi un *Pouce* étant de 12 lignes, le *Pouce quarré* est de 144 lignes quarrées, nombre qui est formé de 12 multipliés par 12. Le *Pouce quarré* est la 144e. partie d'un *pied quarré*.

POUCE CUBE. C'est le *Pouce* qui est composé du produit du *Pouce quarré* multiplié par le *Pouce* simple; et c'est alors un *Pouce* de solidité. Ainsi un *Pouce quarré* étant de 144 lignes, et le *Pouce* simple de 12 lignes, le *Pouce cube* est de 1728 lignes cubiques, nombre qui est formé de 144 multipliés par 12. Le *Pouce-cube* est la 1728e. partie d'un pied cube.

POUCE D'EAU. On entend par *Pouce d'eau* la quantité d'eau qui coule par une ouverture circulaire d'un pouce de diamètre posée verticalement en un des côtés d'un baquet, lorsque la surface de l'eau qui fournit à l'écoulement, demeure toujours au-dessus de l'ouverture à la distance d'une ligne, c'est-à-dire, à 7 lignes au-dessus de son centre, sans s'élever plus haut, ni s'abaisser au-dessous. Il passe en une minute de temps par cette ouverture 628 pouces cubes d'eau, faisant un peu plus de 13 pintes mesures de Paris (en mesures nouvelles 12444947 millimètres cubes, faisant près de 12 $\frac{1}{2}$ litres).

Pour savoir quelle est la quantité d'eau que donnent des ouvertures circulaires plus petites, comme d'un demi-pouce, ou d'un quart de pouce de diamètre, il

les

les faut placer de façon que leurs centres soient à 7 lignes de la surface de l'eau qui est au-dessus du trou d'un pouce, laquelle surface est ici marquée par la ligne *DD* (*Pl. XII*, *fig.* 1 *et* 2). L'on voit que les centres *A*, *B*, *C* (*fig.* 1.) des différentes ouvertures sont tous dans une ligne parallèle à *DD*, et non pas, comme dans la *fig.* 2, où leurs bords supérieurs sont tous à égale distance de la même ligne *DD*. Si donc l'ouverture *B* est de 6 lignes de diamètre, sa surface ne sera que le quart de celle d'une ouverture d'un pouce; elle ne devra par conséquent donner que le quart de 628 pouces cubes dans l'espace d'une minute.

Les expériences exactes de ces écoulemens sont très-difficiles à faire : l'on peut se tromper dans la grandeur des ouvertures, dans la hauteur de l'eau du réservoir et dans le temps de l'écoulement. Ainsi pour déterminer un *Pouce d'eau*, et faciliter les différens calculs, selon les différentes quantités d'eau que fournissent, par exemple, différentes fontaines, on peut supposer qu'un *Pouce d'eau* donne 628 pouces cubes d'eau en une minute.

Si l'on veut donc savoir, sans jauge, ce que donne d'eau une médiocre fontaine, il en faut recevoir l'eau dans quelque grand vaisseau; et si en une minute elle donne 628 pouces cubes, on dira qu'elle donne un *Pouce d'eau*; si elle donne 1884 pouces, on dira qu'elle en donne trois *Pouces*, etc.

POUDRE A CANON. Mèlange de salpêtre, de soufre et de charbon, formé en petits grains, qui s'enflamme très-aisément, et qui, pour peu qu'il soit retenu par quelque obstacle, détonne avec un bruit considérable. Les proportions de ces trois principes constituans de la *Poudre à canon*, sont 76 parties de salpêtre, 12 parties de soufre, et 12 parties de charbon.

L'auteur, le lieu et le temps de la découverte de la *Poudre à canon* ne sont pas bien connus. *Thevet* l'attribue à un moine de Fribourg, nommé *Constantin Anelzen* : *Belleforest* et d'autres prétendent qu'elle fut découverte par un allemand, nommé *Bartholde Schwartz*; ils assurent du moins qu'il fut le premier qui enseigna l'usage de la *Poudre* aux Vénitiens en 1380,

pendant la guerre qu'ils eurent contre les Génois. Cependant *Ducange* dit que les registres de la chambre des comptes font mention de *Poudre à canon* dès l'année 1338. Il paroit même qu'elle est plus ancienne, et que *Roger Bacon*, cordelier d'Oxford, en eut connoissance dès le commencement du treizième siècle; car il en fait la description en termes peu équivoques dans son traité *de Nullitate Magiæ*, publié à Oxford en 1216.

De la Hire et plusieurs autres physiciens attribuent la force de l'explosion de la *Poudre à canon* à la dilatation et au ressort de l'air renfermé dans les grains de la *Poudre* et dans les intervalles qui se trouvent entre ces grains. Mais *Newton* et plusieurs habiles physiciens l'attribuent, et avec plus de raison, à la prompte conversion de cette *Poudre* en vapeur, et en vapeur dilatée par l'embrasement. Or on sait de quel effort prodigieux est capable la vapeur dilatée. (*Voyez* VAPEURS).

POUDRE DE FUSION. Nom que l'on donne à une composition faite de trois parties de salpêtre bien purifié et séché sur une pelle chaude, de deux parties de fleur de soufre et de deux parties de scieures ou rapures fines de quelque bois tendre, que l'on broie et que l'on mêle bien ensemble. Une petite quantité de cette *Poudre* embrasée fait fondre, en bain parfait, une petite pièce mince de métal, par exemple, une pièce de six liards, en un temps si court, que si pour creuset, on se sert d'une coquille de noix, elle n'a pas le temps d'être percée, à moins qu'on n'y laisse reposer le métal en fusion.

POUDRE FULMINANTE. Nom que l'on donne à une composition faite de trois parties de salpêtre bien purifié et séché sur une pelle chaude, de deux parties de carbonate de potasse et d'une partie de soufre bien broyées et incorporées ensemble. Si l'on met une petite quantité de cette poudre, par exemple, un gros, dans une cuiller de fer sur un feu médiocre, pendant 12 à 15 minutes, à mesure que le mèlange s'échauffe, il roussit; ensuite il noircit par les bords : il se liquéfie et fume un peu : on voit quelques petites flammes bleues à sa surface; et un instant après il s'enflamme, et se

dissipe subitement et totalement, en faisant une si grande détonnation, qu'un gros de cette *Poudre* fait en fulminant, presqu'autant de bruit qu'un canon; ce qui lui a fait donner le nom de *Poudre fulminante*. Elle diffère, comme on le voit, de la *Poudre à canon*, en ce qu'elle détonne avec un bruit effroyable, quoiqu'elle ne soit nullement renfermée ni retenue par aucun obstacle, ce qui n'arrive pas à la *Poudre à canon*.

Les changemens de couleur, la vapeur et la petite flamme qu'on apperçoit à la superficie du mèlange, tandis qu'il continue de s'échauffer, viennent principalement du soufre qui se fond, et qui brûle plus aisément que le salpêtre et le carbonate de potasse. Le soufre fondu aide et accélère la fusion des deux autres matières, qui s'en iroient aussi en vapeurs et en flamme, à mesure qu'elles se fondroient, si elles n'étoient pas plus fixes que lui; mais comme elles ne doivent céder qu'à un degré de chaleur beaucoup plus grand, et que l'explosion des parties de feu renfermées dans les corps, est toujours d'autant plus forte qu'elle a été retardée davantage, comme nous l'avons déjà observé; ces trois matières fondues, intimement mêlées et chauffées au-delà de ce qu'elles peuvent l'être sans se dissiper, s'enflamment et s'évaporent toutes à-la-fois, et avec une extrême violence; l'air frappé subitement par un grand volume de flamme et de vapeur, retentit à proportion de la secousse qu'il reçoit.

Il y a bien de l'apparence que le carbonate de potasse, qui entre dans la composition de cette *Poudre fulminante*, est la principale cause de son impétueuse inflammation : étant plus fixe que les deux autres matières auxquelles il se trouve uni, c'est lui probablement qui retarde leur dissipation, et qui donne le temps aux parties de feu qu'elles renferment de se déployer toutes ensemble, et avec toute leur force. Ce qui rend cette conjecture très-probable, c'est que le fer et l'or deviennent aussi *Fulminans*, lorsqu'ayant été dissous par l'acide nitro-muriatique, et précipités en *Poudre* fine par une forte lessive de carbonate de potasse, on les expose au feu dans une cuiller, sur une pelle de fer, ou simplement sur le bout d'une lame de couteau.

Quand on fait ces sortes d'expériences, il faut se tenir un peu à l'écart, de peur que la vapeur enflammée, ou quelque partie de la matière encore en grumeaux, ne jaillisse au visage, ou dans les yeux; ce qui seroit d'une dangereuse conséquence : on doit aussi prendre garde que le feu ne soit pas trop ardent; car ce qui touche le fond de la cuiller se trouvant trop tôt fondu, et assez chaud pour partir, il n'y auroit que cette portion qui feroit effet, le reste seroit simplement chassé, sans fulminer, et avec danger pour les assistans.

POULIE. *Terme de Mécanique.* C'est une des six machines regardées comme *simples* en mécanique. (*Voy.* MACHINE). La *Poulie* (*Pl. XIV*, *fig.* 16.) est un corps rond, plat, mobile sur son axe *C*, et dont la circonférence *c g* (*fig.* 15.) est creusée *en gorge* pour recevoir la corde *FBAR*, ou *EOAR*, ou *GHOAR* (*fig.* 16), à laquelle on applique d'une part la puissance *F* ou *E* ou *G*, et de l'autre part la résistance *R*. On creuse la gorge *c g* (*fig.* 15.) non pas en rond, mais en angle, comme on le voit dans la figure, afin que la corde, étant en quelque façon pincée dans cet angle, ne glisse pas sur la gorge.

On fait ordinairement les *Poulies* de bois ou de métal, et on les fait tourner sur leur axe *A a*; il vaudroit mieux, surtout si elles sont de bois, fixer l'axe à la *Poulie*, et faire tourner le tout ensemble dans les trous de la chape *CD* qui soutient la *Poulie* : le mouvement se faisant alors sur moins de surface, il y auroit moins de frottemens; et si les trous de la chape venoient à s'agrandir, comme il n'y a que la partie inférieure qui reçoit l'effort, la *Poulie* n'en tourneroit pas moins rondement; ce qui n'arrive pas, lorsque la *Poulie* tournant sur son axe, le trou, qui reçoit l'axe, s'agrandit, et souvent pas également dans tous les sens.

La *Poulie* est une machine au moyen de laquelle on peut élever des fardeaux d'une manière ou plus commode ou plus avantageuse : plus commode, en changeant la direction du mouvement, pour mettre dans toute sa force la puissance qui agit : plus avantageuse, en faisant enlever un grand poids avec une force moindre. En effet, au moyen d'une *Poulie*, 1°. la puissance

peut tirer en toutes sortes de directions, sans rien perdre de son avantage; parce que la corde par laquelle elle agit, est toujours tangente à la circonférence de la *Poulie*, et par conséquent toujours perpendiculaire au rayon *CH* ou *CB* ou *CO* (*fig.* 16). 2°. Comme les puissances qu'on y applique agissent d'autant plus fortement, que leur distance à l'axe est plus grande, en se servant d'une *Poulie* qui ait plusieurs gorges (*fig.* 17), ou en enfilant sur le même axe plusieurs *Poulies* de différens diamètres, celle des puissances qui agira à une plus grande distance de l'axe *C*, aura de l'avantage sur l'autre. Ainsi, si l'on suppose en *I* un poids de six kiliogrammes, il faudra en *H* six kiliogrammes pour le soutenir, parce que les rayons *C i* et *C d* sont égaux : mais il ne faudroit que trois kiliogrammes en *K*, car le rayon *C 2* est double du rayon *Cd*; et il ne faudroit que deux kiliogrammes en *L*, parce que le rayon *C 3* est triple du rayon *Cd*.

Dans tous ces cas, la *Poulie* fait l'office de levier du premier genre (*Voyez* LEVIER); car on peut la considérer comme un assemblage de leviers, dont le point d'appui commun est au centre. Tous ces leviers ont des bras égaux dans les *Poulies* à une seule gorge (*fig.* 16); et ils ont des bras inégaux dans les *Poulies* à plusieurs gorges (*fig.* 17). Toutes ces *Poulies* sont fixes.

On peut aussi considérer la *Poulie* comme levier du second genre : elle en a effectivement les propriétés, lorsque la résistance *R* (*Pl. XV*, *fig.* 3.) est attachée à la chape *C i*, et qu'un des bouts de la corde, qu'on fait passer alors par-dessous la *Poulie*, est attaché à un point fixe *a* ou *g*, pendant que l'autre est tiré ou soutenu par la puissance *P* ou *d*. Alors la *Poulie* est mobile, et est elle-même enlevée avec le fardeau. Elle représente donc un levier du second genre *b e*, ou *m l*, dont le point d'appui est en *b*, lorsque les cordes *b a*, *e d* sont parallèles entr'elles, ou en *m*, lorsque les cordes *m g*, *l P* sont inclinées l'une à l'autre, et qui est partagé en deux parties égales *b c*, *c e*, ou *m l*, *l l*, par la direction *c i* de la résistance. C'est pourquoi dans ces cas-là la puissance *P* ou *d* n'a besoin d'être que la moitié

de la résistance *R*. Et si le fardeau est enlevé, la puissance fait un chemin double de celui de la résistance, et a par conséquent une vitesse double. Car supposons que le centre *c* de la *Poulie* est porté au point *h*, alors il ne reste au-dessous de la ligne *d a* que la portion de corde qui passe sous la *Poulie;* les deux portions *b a* et *e d* sont donc passées au-dessus : mais *b a* et *e d*, qui marquent l'espace parcouru par la puissance, sont, prises ensemble, doubles de *c h*, espace parcouru par la *Poulie*. Donc la puissance a une vitesse double de celle de la résistance. D'après cela on peut former la théorie suivante.

Théorie de la Poulie. Si une puissance *P* (*Pl. LXXVII, fig.* 49.) soutient un poids *Q* par le moyen d'une *Poulie* simple *A B*, de manière que la direction du poids et celle de la puissance soient tangentes de la circonférence de la *Poulie*, le poids sera égal à la puissance. Donc lorsque la direction de la puissance et du poids sont tangentes de la circonférence, la *Poulie* simple n'aide point la puissance et ne lui nuit pas non plus, mais seulement en change la direction.

Par conséquent l'usage de la *Poulie* est principalement de changer une direction verticale en horizontale, ou une direction qui devroit être de bas en haut, en une direction de haut en bas, et réciproquement.

C'est aussi principalement par-là qu'elle est avantageuse. En effet, supposons que plusieurs hommes veulent élever à une grande hauteur un gros poids *E*, (*Fig.* 49, *n.* 2.) par le moyen d'une corde *A B*, en tirant cette corde de haut en bas. Si la corde vient à se rompre, la tête des ouvriers qui se trouveront dessous, sera dans un très-grand danger. Mais si, par le moyen de la *Poulie B*, la direction verticale *A B* est changée en horizontale, il n'y a plus rien à craindre de la rupture de la corde. La *Poulie B* est appelée dans ce cas *Poulie de renvoi*, parce qu'elle sert à faire agir la puissance dans un sens différent de celui du poids.

Le changement de direction occasionné par la *Poulie* a encore cet autre avantage, que si une puissance a

plus de force dans une direction que dans une autre, elle peut agir par le moyen de la *Poulie* dans la direction favorable.

Par exemple, un cheval ne peut tirer verticalement, mais tire avec beaucoup de force dans le sens horizontal. Ainsi, en changeant la direction verticale en horizontale, on peut faire élever un poids à un cheval par le moyen d'une *Poulie*.

De même on se sert avec avantage de la *Poulie* pour élever différens poids, par exemple, des seaux remplis d'eau; car quoique la force qu'on emploie pour élever le poids, ne soit qu'égale au poids, cependant elle est appliquée d'une manière très-avantageuse, parce que la pesanteur du corps de la personne qui tire, aide et favorise le mouvement des bras.

Lorsque les deux puissances *P* et *Q* (*Fig.* 49) agissent suivant des directions parallèles, c'est-à-dire, lorsque la corde embrasse la moitié de la circonférence de la *Poulie*, alors l'appui *C* est chargé par une force égale à la somme des deux puissances. Il n'en est pas de même lorsque les puissances *P* et *Q* ne sont point parallèles, car alors la charge de l'appui *C* est moindre que la somme de ces puissances; mais ces puissances, pour être en équilibre, doivent être toujours égales.

Varignon démontre les propriétés de la *Poulie* de la manière suivante. Il suppose que les directions de la puissance et du poids soient prolongées jusqu'à ce qu'elles se rencontrent; après quoi il réduit par le principe de la composition des forces, ces deux puissances en une seule; or pour qu'il y ait équilibre, il faut que cette dernière puissance soit soutenue par le point d'appui *C*, c'est-à-dire, que sa direction passe par *C*. De là il est aisé de conclure que les puissances *P* et *Q* doivent être égales pour faire équilibre, et que la charge de l'appui *C*, qui n'est autre chose que la puissance ou force qui résulte des deux puissances *P* et *Q* n'est jamais plus grande que leur somme. Si les puissances *P* et *Q* sont parallèles, alors *Varignon* considère le point de concours comme infiniment éloigné, ce qui ne fait que simplifier les démonstrations. (*Voyez* POINT D'APPUI, LEVIER, etc.)

On peut regarder la *Poulie* comme l'assemblage d'une infinité de leviers fixes autour du même point C, et dont les bras sont égaux; et c'est cette égalité de bras qui fait que la puissance n'est jamais plus grande que le poids. Il est inutile d'avertir ici que nous faisons abstraction du poids et du frottement des cordes; car on conçoit aisément que, moyennant ce poids et ce frottement, il faudra plus de 100 kiliogrammes d'effort pour enlever un poids de 100 kiliogrammes.

La *Poulie* est principalement utile qnand il y en a plusieurs réunies ensemble. Cette réunion forme ce que *Vitruve* et plusieurs autres après lui appellent *polyspaston*, et ce qu'on appelle en français *moufle*. L'avantage de cette machine est de tenir peu de place, de pouvoir se remuer aisément, et de faire élever un très-grand poids à une force très-médiocre.

L'effet des *Poulies* multiples est fondé sur les théorêmes suivans. 1°. Si une puissance E (*Fig.* 50.) soutient un poids attaché au centre d'une poulie AB, elle sera la moitié de ce poids; on suppose que la corde est attachée en D, ou soutenue de quelque manière que ce soit. 2°. Si une puissance appliquée en B (*Fig.* 51.), soutient un poids F, par le moyen de plusieurs *Poulies*, de manière que toutes les cordes AB, HI, GF, EL, CD, soient parallèles l'une à l'autre, la puissance sera au poids, comme l'unité est au nombre des cordes HI, GF, EL, CD, tirées par le poids F, c'est-à-dire, comme l'unité est au nombre des *Poulies* prises ensemble.

Donc le nombre des *Poulies* et la puissance étant donnés, il est facile de trouver le poids que cette puissance peut soutenir; ou le nombre des *Poulies* et le poids étant donnés, de trouver la puissance; ou enfin de trouver le nombre des *Poulies*, la puissance et le poids étant donnés. (*Voyez* MOUFLE).

Si une puissance fait mouvoir un poids par le moyen de différentes *Poulies*, l'espace que décrit la puissance sera à l'espace que décrit le poids dans le même temps, comme le poids est à la puissance.

Donc plus la force qui lève le poids est petite, plus

aussi le poids se lève lentement; de sorte que l'épargne de la force est compensée par la longueur du temps.

Nous avons dit ci-dessus qu'au moyen d'une *Poulie* à plusieurs gorges, on peut rendre égales les actions de deux puissances inégales entr'elles : on peut de même entretenir l'équilibre, ou un rapport constant, entre deux puissances dont les forces relatives changent continuellement. Pour cela, on peut se servir d'une *Poulie*, qui, au lieu de plusieurs gorges concentriques, n'en a qu'une, mais qui prend la forme d'une spirale, et conséquemment augmente peu-à-peu de diamètre, suivant la proportion suivant laquelle augmente l'intensité de l'une des deux forces. Qu'on prenne, par exemple, une *Poulie A, (Pl. XV, fig. 1.)* dont la gorge soit creusée en spirale, et dont on voit la coupe en *gabc*, et le plan en *de* 4 : qu'on fixe au centre de cette *Poulie* un barillet *E* garni d'un ressort pareil à celui d'une montre. Si la force de ce ressort est telle qu'une puissance quelconque, un poids, par exemple, agissant par *DE*, le tienne en équilibre; lorsqu'on aura roulé le ressort de quatre tours de plus, le même poids le tiendra encore en équilibre, en agissant par *GF*, si le rayon *EF* est alongé dans la proportion de l'augmentation d'intensité de la force du ressort. Ce que l'on dit de ce point *F*, on peut le dire de tous les autres : d'où il suit que ces deux puissances, le ressort et le poids, garderoient toujours entr'elles le même rapport, quoique l'intensité de l'une des deux variât continuellement. C'est là le moyen que l'on a pris, en horlogerie, pour rendre uniforme l'action des ressorts des montres et des pendules pendant tout le temps de leur développement.

POULIE. (*Gorge de*) (*Voyez* GORGE DE POULIE).

POUVOIR DES POINTES. Propriété, que l'on attribue aux corps pointus et électrisables par communication, de *tirer* et de *pousser* le feu électrique, et d'agir, en cela, de plus loin et plus efficacement que les corps obtus. (*Voyez* POINTES ÉLECTRIQUES).

C'est *Franklin* qui a le premier remarqué ce *Pouvoir des Pointes*. Il est réel; mais il n'est pas aussi grand qu'on voudroit le faire croire. Il est certain qu'un poin-

çon, fait d'une matière fort électrisable par communication, comme de métal, de bois humide, etc. et qu'un homme tient à la main, enlève plus promptement et de plus loin l'électricité à un corps qui en a reçu, si on le lui présente par la pointe, que si on le lui présente par le gros bout. Il est également certain qu'un conducteur d'électricité, terminé par une pointe fine, acquiert et conserve plus difficilement sa vertu, que s'il étoit arrondi ou coupé quarrément par les extrémités. Mais il n'est pas vrai que ce conducteur pointu ne prenne point du tout d'électricité, surtout si l'on se sert d'un globe ou d'un plateau de verre, pour lui communiquer sa vertu : puisqu'il arrive presque toujours qu'avec un tel conducteur la bouteille de Leyde se charge assez pour faire l'expérience. Il n'est pas vrai, non plus, ce que dit *Franklin (pag.* 156 *de ses observations et expériences)*, *qu'un homme sur le plancher, et qui présente, à douze pouces (3 $\frac{1}{4}$ décimètres) de distance, une aiguille au conducteur, l'empêche de se charger :* car toutes les fois que j'ai tenté cette expérience, le conducteur est devenu électrique, bien moins, à la vérité, que si je ne lui eusse pas présenté de *Pointe* : de sorte que, par-là, les signes d'électricité du conducteur ont été diminués, mais jamais totalement éteints.

Franklin tâche d'expliquer le *Pouvoir des Pointes*, en le faisant dépendre principalement, 1°. du degré de force avec lequel chaque portion d'une atmosphère électrique est attirée par la partie correspondante de la surface du corps électrisé sur laquelle elle est appuyée; 2°. de la répulsion qu'exercent entr'elles les particules mêmes de la matière qui forme l'atmosphère électrique. (*Voyez expériences et observations sur l'électricité, faites à Philadelphie, en Amérique, par Benjamin Franklin.*) Selon *Franklin*, une portion de l'atmosphère d'un corps électrisé est d'autant plus attirée par ce corps, que la base, sur laquelle elle pose, est plus grande. D'où il suit que dans un corps anguleux, cette atmosphère est moins attirée par les angles que par les côtés; et par conséquent encore moins par des *Pointes*, et d'autant moins que ces *Pointes* sont plus fines et plus déliées. C'est pourquoi, dit-il, ces *Pointes* laissent échapper plus

aisément la matière électrique, que ne le font les côtés. *Franklin* assure aussi que, par la même raison, la *Pointe* d'un corps non-électrisé *tire* l'athmosphère électrique d'un corps électrisé de beaucoup plus loin, qu'une partie plus émoussée du même corps non-électrisé ne le pourroit faire. Mais il n'est pas aisé de comprendre comment ces deux effets des *Pointes*, qui paroissent si opposés l'un à l'autre, peuvent être produits par la même cause, savoir par l'attraction qu'exercent les corps sur la matière électrique. Car si la *Pointe* électrisée a moins de vertu attractive, et que, par cette raison, elle laisse échapper plus aisément la portion d'athmosphère qui lui répond, comment la *Pointe* non-électrisée n'est-elle pas, par la même raison, plus foible qu'un corps mousse? Et pourquoi enlève-t-elle l'athmosphère électrique des côtés mêmes d'un conducteur électrisé, qui sont cependant, selon les principes de *Franklin*, les endroits de ce conducteur qui doivent la retenir avec plus de force? (*Voyez* ELECTRICITÉ.)

Sans doute que *Franklin* a senti la force de ces difficultés contre ses explications du *Pouvoir des Pointes;* car il dit, peu après (*Voyez* l'*Ouvrage cité ci-dessus*), qu'il ne compte pas beaucoup sur ses explications, et qu'il lui reste quelque doute à cet égard : mais que, n'ayant rien de mieux à offrir à leur place, il ne les rejette pas, jusqu'à ce qu'on en ait substitué de plus satisfaisantes.

Je ne sais si on les trouvera, ces explications plus satisfaisantes, dans celles que l'*Abbé Nollet* a données du *Pouvoir des Pointes* dans ses *lettres sur l'Electricité, première partie, lettre VI.* Les voici, au moins en substance. On sait que la matière électrique se meut avec plus de facilité dans les corps vivans, dans les métaux, et généralement dans tout ce qu'on appelle *conducteurs d'électricité*, que dans l'air même de notre athmosphère. Ainsi, selon ce principe reconnu de tout le monde, que *les corps en mouvement se portent toujours vers l'endroit où ils éprouvent le moins de résistance*, la matière électrique, que l'on pousse, par l'action d'un globe ou d'un tube de verre, dans une barre de fer, doit s'y mouvoir le plus long-temps qu'elle peut; et n'en sortir que par

les endroits les plus saillans, les plus avancés dans le milieu de plus grande résistance. Or ces endroits sont les angles et les pointes du conducteur : ainsi la matière électrique, filant, par-là, de préférence, doit sortir moins abondamment, et avec moins d'impétuosité par tous les autres points de la surface. Voilà pourquoi les signes d'électricité sont plus foibles dans les conducteurs terminés en *Pointe*; et apparemment pourquoi ces conducteurs acquièrent et gardent moins d'électricité que les autres : car la durée et l'intensité de cette vertu dépendent principalement de ces émanations, qui forment l'athmosphère électrique.

Pour bien comprendre maintenant pourquoi la matière électrique s'échappe plus aisément et plus promptement par les *Pointes* des conducteurs que par les autres parties de leurs surfaces, il faut se ressouvenir que tout corps actuellement électrisé est environné, non-seulement de ses propres émanations, qu'on a nommées *matière effluente*, mais aussi d'un fluide semblable, qui tend à lui de toutes parts, et qu'on a appelé *matière affluente*. Ces deux matières, dont les mouvemens sont contraires et simultanées, doivent nécessairement s'entre-choquer, et se faire quelque obstacle l'une à l'autre. La matière effluente, qui débouche du corps électrisé, trouve donc deux résistances à vaincre; l'une de la part de l'air, qui est un milieu peu perméable pour elle; et l'autre, de la part de la matière affluente, qui la choque en sens contraire de son mouvement. S'il arrive donc qu'il y ait, à la surface de ce corps électrisé, un endroit vis-à-vis duquel cette matière affluente n'ait que peu de mouvement, les effluences doivent se faire, par-là, avec plus de facilité, n'ayant presque plus à vaincre que la seule résistance de l'air : les autres effluences doivent donc diminuer partout ailleurs; car il est naturel que la matière électrique se porte de préférence à cet endroit, où elle peut sortir avec plus de facilité.

Or voilà précisément ce qui doit arriver à un conducteur terminé par une *Pointe* très-fine; car l'extrémité de cette *Pointe*, servant de canal à la matière effluente, et ne présentant que très-peu de pores ouverts pour la matière affluente, celle-ci ne s'achemine qu'en fort pe-

tite quantité contre la première, et, par conséquent, ne met presque point d'obstacle à son mouvement; ou du moins celui qu'elle met, n'est guère que celui d'un fluide en repos, qui reçoit le choc, mais qui ne l'augmente point en allant au-devant. Il n'en est pas de même, si la *Pointe* est grosse et courte : l'aigrette qui sort par cette *Pointe*, se trouve plongée dans un courant de matière affluente assez large pour faire obstacle à une grande partie de ses rayons; car les aigrettes des parties voisines, ayant presqu'autant d'avantage qu'elle pour sortir, occasionnent une affluence plus prompte, et par conséquent une réparation et un remplacement de parties, qui rend l'électricité plus durable.

On peut de même rendre raison pourquoi un corps non-électrisé et pointu, que l'on présente à un corps actuellement électrisé, enlève l'électricité de ce dernier plus facilement et plus promptement que ne le feroit un corps mousse. Nous avons prouvé ailleurs qu'un corps non-électrisé et pointu, par exemple, un poinçon de fer, qu'on présente par sa pointe au corps électrisé, fournit à ce dernier une matière affluente. (*Voyez* POINT LUMINEUX.) Cette matière sort donc de la *Pointe* du poinçon pour se porter au corps électrisé; et par les raisons que nous venons de donner plus haut, elle sort plus facilement par cette *Pointe* que par tous les autres endroits de sa surface. Or plus cette matière sort facilement par la *Pointe*, moins elle fait d'effort pour sortir par la surface inclinée qui s'étend depuis la *Pointe* jusqu'à la tête du poinçon; et, par-là, il arrive que les rayons de la matière effluente du corps électrisé, qui trouvent beaucoup de résistance à passer dans l'air, se plient vers cette surface, qui leur présente un milieu beaucoup plus perméable pour eux, et de laquelle il ne sort presque point de rayons affluens, qui les empêchent d'entrer. (*Voyez Pl. LXXI, fig.* 5.) C'est là vraisemblablement la raison pour laquelle un poinçon, présenté par sa *Pointe*, enlève plus aisément l'électricité d'un conducteur. Car lorsqu'on tourne le gros bout vers le corps électrisé, cette même matière affluente, qui ne fournit qu'une fort petite aigrette à la *Pointe*, s'épanouit bien davantage en se tamisant par une surface large;

et quoiqu'elle n'ait pas assez de vîtesse pour s'enflammer, elle a une force suffisante pour arrêter en partie les rayons effluens du corps électrisé, qui se présentent pour enfiler le poinçon. (*Voyez fig.* 6.)

Il paroît donc certain que ce que l'on nomme le *Pouvoir des Pointes*, n'appartient pas précisément et uniquement aux *Pointes;* les effets qu'elles produisent, sont aussi très-redevables aux surfaces qui s'étendent d'un bout à l'autre du corps pointu. Car ces effets sont toujours moins grands, lorsqu'on fait en sorte que les rayons effluens du corps électrisé ne puissent pas arriver à ces surfaces. C'est ce qu'il est aisé de faire, en tenant, entre le corps électrisé et la *Pointe* qu'on lui présente, un carreau de verre large de neuf ou dix pouces (20 à 25 centimètres), et percé au milieu d'un petit trou, dans lequel on introduit l'extrémité de la *Pointe*. Le carreau de verre empêche alors que les rayons effluens du corps électrisé n'arrivent à la surface du corps pointu : et, dans ce cas-là, les effets qu'on attribue aux *Pointes*, sont toujours moins grands.

Ni l'une ni l'autre de ces explications ne paroît satisfaisante; et il est très-difficile de rendre raison de ces singuliers phénomènes. J'ai encore observé d'autres faits qui ne font qu'augmenter la difficulté. J'ai placé une boule de métal non-isolée à 40 $\frac{1}{2}$ millimètres (un pouce et demi) de distance d'un conducteur électrisé et arrondi dans toutes ses parties; et la force de l'électricité étoit telle que les étincelles se succédoient assez rapidement. (Cette distance doit varier suivant l'intensité de la force actuelle de l'électricité; et elle doit être telle que, si elle étoit un peu plus grande, les étincelles n'éclateroient pas). J'ai ensuite présenté à ce conducteur, à environ 3 décimètres (10 ou 12 pouces) de distance, une pointe très-fine, celle d'une aiguille à coudre : sur-le-champ les étincelles ont cessé de paroître. J'en ai présenté une seconde à la même distance, de sorte qu'il y en avoit deux à-la-fois : les étincelles ont reparu. Est-ce que les vertus de ces deux *Pointes* se sont mutuellement détruites? Ce qu'une seule peut faire, ne devroit-il pas être plus sûrement produit par deux qui agissent ensemble? Si ces *Pointes*

avoient une force réelle, ne devroient-elles pas s'entr'aider au lieu de se nuire? A ces deux *Pointes*, en présence desquelles les étincelles continuoient d'éclater, j'en ai ajouté une troisième : aussitôt les étincelles ont cessé. Cet effet m'a manqué quelquefois; mais le plus souvent il m'a réussi. Est-ce que cela dépendroit du nombre impair? Autant de questions auxquelles il est bien difficile de répondre.

Quoique nous ignorions la cause du *Pouvoir de ces Pointes*, il n'en est pas moins réel : et je pense, avec *Franklin*, qu'une *Pointe* élevée au-dessus d'un bâtiment, et ne communiquant point avec ce bâtiment, mais avec la terre humide, peut diminuer beaucoup l'effet de la foudre : mais, d'après les faits que je viens de citer, je conseillerois toujours, en pareil cas, de n'élever qu'une pointe unique, et non pas plusieurs, sur le même bâtiment.

POUVOIR EXPANSIF. Faculté qu'ont certains corps de s'étendre toutes les fois qu'ils en ont la liberté, et qu'ils ne sont pas retenus par des obstacles invincibles. Tels sont les ressorts dans l'état de contraction : sitôt que la force qui les retient cesse d'agir, ils s'étendent et occupent un plus grand espace. Telle est encore la poudre à canon qui s'enflamme, si elle n'est retenue que par des obstacles moindres que son *Pouvoir expansif*, elle les brise souvent avec une explosion considérable.

POUVOIR REFRINGENT DES LIQUEURS. Puissance qu'ont les différentes espèces de liqueurs pour réfracter les rayons de lumière. En général, cette puissance est d'autant plus grande, que la liqueur a plus de densité; mais son intensité dépend aussi de la nature des liqueurs, comme nous nous en sommes assurés *Cadet* et moi, par un long et pénible travail.

Nous avons donc cherché à connoître le *Pouvoir réfringent* des différentes liqueurs, soit simples, soit composées. Pour cela nous nous sommes servis d'une de ces leutilles à liqueurs, composée de deux calottes sphériques de verre, qui renferment entr'elles une cavité lenticulaire de 5 pouces 8 lignes (153 $\frac{1}{3}$ millimètres) de diamètre, et dont la courbure a 9 pouces (243 $\frac{1}{3}$ millimètres) de rayon. On voit clairement que les lentilles

de liqueurs que nous avons formées au moyen de cet instrument, ont été toutes parfaitement égales entr'elles; et qu'il nous a été aisé de comparer avec exactitude leurs différens pouvoirs réfringens.

On sait que le cône de lumière, formé par les rayons réfractés par une lentille, a, vers sa pointe, à-peu-près le même diamètre, dans un assez long espace: ce qui vient de l'aberration connue de sphéricité. Il nous eût donc été très-difficile de déterminer, avec exactitude, par l'inspection de ce cône, la vraie distance du foyer au centre de la lentille. C'est pourquoi nous avons fait usage d'un autre moyen, qui nous a paru plus simple et en même temps plus sûr, qui a été de déterminer cette distance par celle de l'image nette d'un objet placé devant la lentille, à 72 pieds (23 $\frac{1}{3}$ mètres) de distance. Il est vrai que les rayons de lumière partant de chaque point de cet objet, arrivoient divergens à la lentille; mais leur divergence étoit peu de chose: les rayons partant d'un même point, et arrivant sur les deux bords opposés de la lentille, formoient un angle de 20 minutes au plus. Et comme dans toutes les expériences c'étoient le même objet, les mêmes rayons et la même distance, cela ne doit avoir rien changé au rapport des *Pouvoirs réfringens* des différentes liqueurs que nous avons éprouvées. Dans toutes nos épreuves les liqueurs avoient la même température, qui étoit marquée par 14 degrés du thermomètre de *Réaumur*.

Nous avons commencé nos expériences par les liqueurs composées, en faisant dissoudre différens sels dans de l'eau distillée. Ceux que nous avons éprouvés, sont le *nitre*, le *sel marin*, le *sulfate de soude*, le *sulfate de magnésie*, le *muriate d'ammoniaque*, le *tartrite de soude*, le *carbonate de potasse*, le *carbonate de soude*, l'*acide boracique*, l'*acétite de plomb*, le *sulfate de fer*, le *sulfate de cuivre*, et *le sulfate de zinc*. Nous avons pris tous les sels dans leur plus grand degré de pureté; et nous avons eu soin, avant l'épreuve, de filtrer la dissolution.

Il y a deux causes pour lesquelles la dissolution de ces sels dans l'eau augmente l'effet de la réfraction de la lumière. 1°. L'augmentation de la densité de la liqueur

liqueur ; 2°. les propriétés particulières de ces sels, qui résultent, sans doute, de la nature ou de la combinaison des substances qui entrent dans leur composition.

Tous ces sels ne se dissolvent pas dans l'eau en égale quantité. Il y en a plusieurs dont nous n'avons pu faire dissoudre à froid que 2 onces par livre d'eau ; tels sont le nitre, l'acétite de plomb et les sulfates de fer, de cuivre et de zinc. Le carbonate de soude s'est dissous jusqu'à 3 onces par livre d'eau. Le sulfate de soude, le sulfate de magnésie, le tartrite de soude, et le carbonate de potasse ont été jusqu'à 4 onces : le muriate d'ammoniaque, jusqu'à près de $4\frac{1}{2}$ onces : et le sel marin jusqu'à 6 onces. A l'égard de l'acide boracique nous n'en avons pu faire dissoudre qu'une once par livre d'eau, encore a-t-il fallu faire chauffer la liqueur. Nous avons cependant observé de ne pas pousser la dissolution jusqu'à saturation, afin d'éviter la crystallisation.

Ceux de ces sels qui se dissolvent en plus grande quantité, ajoutant davantage à la densité de la liqueur, toutes choses égales d'ailleurs, augmentent aussi davantage, par cette raison, l'effet de la réfraction : mais ce ne sont pas toujours ceux qui ajoutent le plus à la densité de la liqueur, qui produisent le plus grand effet ; comme on peut le voir par la table suivante, dans laquelle la première colonne indique les densités ou pesanteurs spécifiques des différentes liqueurs que nous avons éprouvées, comparées à celle de l'eau distillée. Dans la seconde colonne sont marquées les distances du centre de notre petite lentille, auxquelles se sont trouvés les foyers des lentilles de différentes liqueurs. Nous commençons la table par celles dont l'effet est le plus foible.

Table des densités et des pouvoirs réfringens des liqueurs composées, comparés à ceux de l'eau distillée et de l'esprit-de-vin.

	Densité.	*Distance du foyer au centre de la lentille, ou longueur du foyer.*
Eau distillée.	10000	13po. 5lg.
Dissolution d'acide boracique; 1 once par livre d'eau	10230	13 3
Dissolution de sulfate de fer; 2 onces par livre d'eau.	10654	13 1
Dissolution de sulfate de zinc; 2 onces par livre d'eau. . .	10702	13 1
Dissolution de sulfate de cuivre; 2 onces par livre d'eau. . .	10763	13 1
Dissolution de sulfate de soude; 2 onces par livre d'eau...	10438	13 4
4 onces par livre d'eau.	10795	13 $\frac{1}{2}$
Dissolution d'acétite de plomb; 2 onces par livre d'eau.	10700	12 11
Dissolution de sulfate de magnésie; 2 onces par livre d'eau...	10593	13 1 $\frac{1}{2}$
4 onces par livre d'eau	11082	12 10 $\frac{1}{2}$
Dissolution de carbonate de soude; 2 onces par livre d'eau	10483	13 0
3 onces par livre d'eau.	10632	12 10

	Densité.	*Longueur du foyer.* pouc.	lig.
Dissolution de nitre; 2 onces par livre d'eau.	10702	12	8
Dissolution de tartrite de soude; 2 onces par livre d'eau...	10584	13	0
4 onces par livre d'eau.	11068	12	7
Dissolution de carbonate de potasse; 2 onces par livre d'eau.	10845	12	8
4 onces par livre d'eau.	11576	12	4
Esprit-de-vin.	8488 $\frac{1}{2}$	12	2 $\frac{1}{3}$
Dissolution de camphre par l'esprit-de-vin; 2 onces par livre...	8648 $\frac{1}{2}$	11	11
Dissolution de sel marin; 2 onces par livre d'eau	10790	12	10
6 onces par livre d'eau.	12038	11	9
Résidu salin déliquescent du nitre, filtré.	15836	11	2
Dissolution de muriate d'ammoniaque; 2 onces par livre d'eau.	10339	12	7
4 onces 2 gros 54 grains par livre d'eau.	10635	11	0
Dissolution de mercure par l'acide nitrique; 5 onces 5 gros 52 grains par livre d'acide nitrique. . .	17221	10	7

On voit, par cette table, que des treize espèces de sels que nous avons éprouvés, il y en a onze qui produisent un effet moindre que celui que produit l'esprit-de-vin. A l'égard des deux autres, qui sont le sel marin et le muriate d'ammoniaque, ils produisent un plus grand effet. A la vérité celui du sel marin, quoiqu'il se dissolve en grande quantité, n'est pas fort au-dessus de celui de l'esprit-de-vin ; mais celui du muriate d'ammoniaque le surpasse de beaucoup. Avec l'esprit-de-vin, le foyer s'est trouvé distant du centre de la lentille de 12 pouces 2 $\frac{1}{3}$ lignes : et avec la dissolution de muriate d'ammoniaque, il ne s'est trouvé distant du même centre que de 11 pouces.

Nous devons remarquer que le muriate d'ammoniaque, qui est celui de tous ces sels dont la dissolution augmente le plus l'effet de la réfraction, est cependant celui qui ajoute le moins à la densité de la liqueur : il faut donc qu'il entre, dans la composition de ce sel, quelque substance qui contribue, indépendamment de la densité, à l'augmentation de l'effet de la réfraction. Nos expériences nous font croire que l'acide muriatique est cette substance ; car le foyer de la lentille d'acide muriatique n'est que de $\frac{1}{12}$ plus long que celui de la lentille d'acide sulfurique, comme nous le verrons ci-dessous ; et cependant la densité de l'acide sulfurique excède de plus d'un tiers celle de l'acide muriatique. Il faut donc qu'il y ait dans l'acide muriatique quelque pouvoir réfringent indépendant de la densité ; et son pouvoir paroit beaucoup augmenté par sa combinaison avec l'ammoniaque, quoique l'ammoniaque seul ne produise pas un effet beaucoup au-dessus de celui de l'eau. Pour découvrir en quoi consiste ce pouvoir, cela exige de nouvelles expériences, que nous nous proposons de suivre. Nous invitons tous les Physiciens à travailler, de leur côté, pour tâcher de faire cette découverte. Il y a tout lieu d'espérer qu'elle répandroit un grand jour sur celle de la vraie cause de la réfraction de la lumière.

Le résidu salin déliquescent du nitre filtré, que

nous avons aussi mis à l'épreuve, à un pouvoir réfringent presqu'aussi grand que celui de la dissolution de muriate d'ammoniaque, aussi contient-elle du sel marin et de l'acide muriatique : il est en même temps vrai que sa densité est considérable : sa pesanteur spécifique est à celle de l'eau distillée, comme 15836 est à 10000.

Nous avons encore éprouvé la dissolution de camphre par l'esprit-de-vin, et celle de mercure par l'acide nitrique. Mais la première ne fait guère plus d'effet que l'esprit-de-vin seul; et l'autre, quoiqu'elle ait un pouvoir réfringent plus grand que celui de la dissolution de muriate d'ammoniaque, ne peut pas être mise en usage, parce qu'elle est trop corrosive.

Passons maintenant à l'examen des effets que produisent les liqueurs simples. Celles que nous avons éprouvées, sont le *petit lait de vache* clarifié, l'*ammoniaque*, *les acides végétaux* et *minéraux*, l'*éther sulfurique*, l'*huile d'olives*, l'*huile d'amandes douces*, les *huiles volatiles* de *lavande*, de *romarin*, de *thym*, de *karabé* et de *térébenthine*, et la *térébenthine liquide*.

Il se trouve encore ici, comme dans les liqueurs composées dont nous avons parlé, et pour les mêmes raisons, deux causes qui contribuent à l'augmentation de l'effet de la réfraction de la lumière; savoir, 1°. la densité de la liqueur, 2°. les propriétés particulières de ces liqueurs. C'est ce dont on a la preuve dans la table suivante, semblable à celle que nous avons donnée ci-dessus pour les liqueurs composées, et dans laquelle sont consignés les résultats de nos expériences sur ces liqueurs; savoir, la densité et le pouvoir réfractif de chacune d'elles, en commençant, comme nous avons fait dans l'autre table, par celles dont l'effet est le plus foible.

Table des densités et des pouvoirs réfringens des liqueurs simples, comparés à ceux de l'eau distillée et de l'esprit-de-vin.

	Densité.	*Distance du foyer au centre de la lentille, ou longueur du foyer.*
Eau distillée	10000	13 pouc. 5 lignes.
Petit lait de vache. . .	10193	13 4
Vinaigre distillé. . . .	10095	13 3 ½
Ammoniaque.	9608	13 2 ½
Vinaigre blanc. . . .	10135	13 2
Ether sulfurique . . .		12 7
Esprit-de-vin	8488 ½	12 2 ⅓
Acide nitreux du commerce	12715	11 6
Acide muriatique du commerce	11940	11 0
Acide sulfurique du commerce	18408	10 6
Huile volatile de lavande	8938	9 9
Huile d'olives	9153	9 8 ½
Huile d'amandes douces.	9170	9 8
Huile volatile de térébenthine.	8697	9 7 ½
Huile volatile de romarin	9057	9 7
Huile volatile de karabé.	8865	9 6
Huile volatile de thym.	9023	9 3
Térébenthine liquide.	9910	7 11

On voit, par cette table, que le petit-lait, les acides végétaux, l'ammoniaque et l'éther font un effet moindre que celui que produit l'esprit-de-vin. Les acides minéraux font un plus grand effet : mais, 1°. ils sont trop corrosifs pour qu'on puisse en faire usage ; 2°. la réfrac-

tion qu'ils occasionnent est encore beaucoup moindre que celle qu'occasionnent les matières huileuses et résineuses. Ces substances, quoique beaucoup moins denses que toutes celles dont nous avons parlé ci-dessus, en en exceptant l'éther, ont cependant un pouvoir réfringent beaucoup plus considérable, et très-approchant de celui du verre : l'une d'elles même, savoir la térébenthine liquide, occasionne une réfraction plus grande que celle qu'occasionne le verre; mais malheureusement elle a trop peu de transparence.

La grande puissance qu'ont ces huiles, pour réfracter la lumière, malgré leur peu de densité, a fait croire que la matière inflammable qu'elles contiennent, si toutefois elles en contiennent, contribue beaucoup à cet effet. Mais comment concilier cette opinion avec le peu d'effet que produit l'éther, qui paroit cependant être, de toutes les substances, celle qui contient le plus de matière inflammable? C'est ce qui nous fait croire de plus en plus que la vraie cause de la réfraction de la lumière est encore bien peu connue.

PRAIRIAL. Neuvième mois de l'année de la République française. Ce mois, qui a 30 jours comme les onze autres, commence le 20 mai, et finit le 18 juin. On lui a donné le nom *Prairial*, parce que c'est dans ce mois que l'on fauche les près, et que l'on récolte les foins.

PRÉCESSION DES ÉQUINOXES. *Terme d'Astronomie.* On appelle *Précession des Equinoxes*, ce changement d'environ 50 secondes 20 tierces de degré par année, observé dans les longitudes de toutes les étoiles fixes.

Les étoiles fixes paroissent avancer chaque année d'environ 50 secondes 20 tierces de degré, par un mouvement général et commun à toutes, qui se fait d'occident en orient, autour des poles de l'écliptique; en sorte que leur longitude est augmentée chaque année de cette quantité, tandis que leurs latitudes ne sont point affectées de ce mouvement. Par un effet de ce changement en longitude, toutes les étoiles fixes changent d'ascension droite et de déclinaison : mais ce changement n'est pas le même pour différentes

étoiles. (*Voyez* ASCENSION DROITE *et* DÉCLINAISON).

Ce mouvement général des étoiles fixes en longitude n'a rien de réel, il n'est qu'apparent ; et cette apparence vient de la rétrogradation des points équinoxiaux, c'est-à-dire, des deux points dans lesquels l'équateur coupe l'écliptique ; laquelle rétrogradation on prétend être produite par l'attraction du soleil et de la lune sur le sphéroïde applati de la terre ; par laquelle attraction l'axe de la terre ou les poles de l'équateur terrestre parcourent, par un mouvement rétrograde, ou d'orient en occident, autour des poles de l'écliptique, un cercle, dont le diamètre est d'environ 47 degrés. Les points équinoxiaux rétrogradent donc chaque année de 50 secondes et environ 20 tierces de degré ; et en conséquence les longitudes des étoiles augmentent de la même quantité. En sorte que, si le soleil se trouve en conjonction avec une étoile au moment où il est au point de l'équinoxe, il doit, l'année suivante, rencontrer l'équinoxe avant d'être arrivé en conjonction avec la même étoile. L'arrivée du soleil à l'équinoxe précède donc la fin de sa révolution, relativement à un point fixe dans le ciel : c'est pourquoi ce mouvement a été nommé *Précession des Equinoxes*. Il suit de là que la révolution du soleil, relativement à un point fixe dans le ciel, est d'une plus longue durée, que celle de la révolution du soleil relativement aux équinoxes. La première est ce qu'on appelle *Année sydérale* (*Voyez* ANNÉE SYDÉRALE) : la seconde est ce qu'on nomme *Année solaire*. (*Voyez* ANNÉE SOLAIRE).

Ce changement en longitude de toutes les étoiles fixes étant de 50 secondes et environ 20 tierces de degré par année, il s'ensuit que, pour parcourir les 360 degrés que comprend la circonférence entière, il faut environ 25748 ans. C'est cette durée qu'on appelle *Année Platonique*. (*Voyez* ANNÉE PLATONIQUE).

C'est *Newton* qui a dit le premier que la cause physique de la *Précession des Equinoxes* vient de la figure de la terre, qui est, comme l'on sait, celle d'un sphé-

roïde applati vers les poles, et qui est telle, à cause de la rotation de la terre autour de son axe.

Ce phénomène vient en effet de la figure de la terre; mais quelqu'ingénieuse que soit la théorie de *Newton* à ce sujet, elle laissoit encore beaucoup à desirer, et, pour dire le vrai, elle étoit très-fautive et très-imparfaite. C'est ce que d'*Alembert* a fait voir en détail dans l'ouvrage qu'il a publié en 1749, qui a pour titre : *Recherches sur la Précession des Equinoxes, et sur la nutation de l'axe de la terre dans le système Newtonien;* dans cet ouvrage, il a résolu le premier exactement cet important problème d'Astronomie physique; il a fait voir, 1°. qu'en vertu de la figure applatie de la terre, l'action du soleil et celle de la lune, devoient produire, dans les points équinoxiaux, un mouvement rétrograde uniforme; 2°. qu'outre ce mouvement, l'inclinaison de l'orbite de la lune sur l'écliptique et le mouvement de ses nœuds devoient produire une nutation dans l'axe, et une petite équation dans la *Précession*, telles à-peu-près, que *Bradley* les a observées. (*Voyez* NUTATION). Depuis ce temps d'*Alembert* a fait voir, dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences de* 1754, que les mêmes loix de la *Précession* et de la nutation auroient lieu, quand même les méridiens ne seroient pas semblables. Nous renvoyons le lecteur à ces différens écrits.

PRESBYTE. *Terme d'Optique.* On appelle *Presbytes* les personnes qui ne peuvent voir distinctement les petits objets placés à 10 pouces (27 centimètres) de distance. C'est ordinairement un défaut de la vue qui vient avec l'âge, et qui va toujours en augmentant.

La raison de ce défaut de la vue est que, quand les objets sont si proches, les rayons de lumière qu'ils envoient sont trop divergens; d'où il arrive, qu'après s'être rompus dans l'œil, ils en atteignent le fond avant de se réunir; ce qui empêche la vision d'être distincte. (*Voyez* VISION).

On remédie à ce défaut par des verres convexes : ces verres font que les rayons entrent dans l'œil moins divergens; d'où il arrive qu'ils se réunissent plutôt, et viennent se rassembler précisément sur le fond de l'œil. (*Voyez* LUNETTE).

Le nom de *Presbyte* vient du mot grec, πρέσβυς *vieillard.* La raison en est que les personnes âgées sont ordinairement *Presbytes*, parce que le temps applatit peu-à-peu la surface du globe de l'œil; de sorte que cette surface, étant moins convexe, ne rompt pas assez les rayons pour les réunir précisément au fond de l'œil. Le crystallin s'applatit aussi à mesure qu'on avance en âge, et devient, par-là, moins propre à réunir les rayons.

Les *Presbytes* sont le contraire des myopes, qui ont le crystallin trop convexe.

Si dans la jeunesse le crystallin est trop convexe, il arrive quelquefois qu'en s'applatissant dans la vieillesse, il devient de la convexité nécessaire pour réunir précisément au fond de l'œil les rayons de lumière, qu'il réunissoit trop tôt auparavant. C'est pour cette raison qu'on dit que les vues courtes sont celles qui se conservent le mieux. (*Voyez* MYOPE).

On peut aussi être *Presbyte*, quand la distance entre la rétine et le crystallin est trop petite, quoique le crystallin soit d'ailleurs bien conformé; car en ce cas les rayons arrivent encore à la rétine avant de s'être réunis.

On voit, par-là, qu'il y a différentes causes pour lesquelles on est *Presbyte*, et que ces causes, en général, peuvent se réduire ou au trop peu de convexité des parties et des humeurs de l'œil, ou au trop peu d'éloignement entre le crystallin et la rétine.

PRESSION. Action d'un corps qui fait effort pour en mouvoir un autre. Telle est l'action d'un corps pesant sur un support sur lequel il est appuyé : il *presse* ce support; et si ce support pouvoit céder, il le pousseroit devant lui, en descendant. La *Pression* se rapporte également au corps qui presse et à celui qui est pressé; et tous deux éprouvent la même action de la part l'un de l'autre; c'est pour cela qu'on dit que la *réaction est égale à la Pression ou à la compression.*

Beaucoup d'effets que les anciens attribuoient à l'horreur du vide, sont aujourd'hui unanimement attribués à la *Pression* et au poids de l'air.

La *Pression* de l'air sur la surface de la terre est

égale à la *Pression* d'une colonne d'eau de même base et d'environ 32 pieds (10 $\frac{1}{3}$ mètres) de haut, ou d'une colonne de mercure d'environ 28 pouces (757 $\frac{7}{10}$ millimètres). (*Voyez* TUBE DE TORICELLI, AIR, BAROMÈTRE).

La *Pression* de l'air sur chaque pied quarré de la surface de la terre est d'environ 32 fois 70 livres, ou 2240 livres (en poids décimaux 1095687065 milligrammes) parce que le poids d'un pied cube d'eau est d'environ 70 livres (en poids décimaux 34240221 milligrammes).

PRÊTRES. (*Pompe des*) (*Voyez* POMPE DES PRÊTRES).

PRINCIPE. On donne ce nom à toute vérité qu'on ne peut révoquer en doute. On appelle encore *Principes*, les propositions desquelles on part pour expliquer un système; ainsi l'on dit : un tel Auteur, pour expliquer son système, part de tels et tels *Principes*. Les chymistes donnent aussi le nom de *Principes* à tout ce qu'ils imaginent entrer dans la composition des *mixtes*, comme l'eau, l'air, le feu, le soufre ou l'huile, le sel, la terre. C'est dans ce sens que les péripatéticiens regardent leur *matière première* et leur *forme substantielle* comme les *Principes* des corps.

Les *Principes*, dont nous parlons, sont ordinairement appelés *premiers Principes*. Ils ont des marques caractéristiques et déterminées, auxquelles on peut toujours les connoître.

Le premier de ces caractères est, qu'ils soient si clairs, qu'on ne puisse les prouver par des vérités antérieures et plus claires.

2°. D'être si universellement reçus parmi les hommes, en tous temps, en tous lieux, et par toutes sortes d'esprits, que ceux qui les attaquent se trouvent, dans le genre humain, être manifestement moins d'un contre cent, ou même contre mille.

3°. D'être si fortement imprimés dans nous, que nous y conformions notre conduite, malgré les raffinemens de ceux qui imaginent des opinions contraires; et qu'eux-mêmes agissent conformément, non à leurs opinions imaginées, mais aux *premiers Principes*, qu'un

certain air de singularité leur fait fronder. Il ne faut jamais séparer ces trois caractères réunis ; ils forment une conviction si pleine, si intime et si forte, qu'il est impossible de balancer un instant à se rendre à leur persuasion.

PRINTEMPS. L'une des quatre saisons de l'année. Il commence lorsque le soleil, s'approchant de plus en plus du Zénith, a atteint une hauteur méridienne moyenne entre sa plus grande et sa plus petite ; c'est-à-dire, lorsqu'il est arrivé au point de l'écliptique qui coupe l'équateur ; et il finit, lorsque le soleil, continuant de s'approcher du Zénith, a atteint sa plus grande hauteur méridienne ; c'est-à-dire, lorsqu'il est arrivé au point de l'écliptique qui coupe le colure des solstices. Ainsi pour ceux qui habitent l'hémisphère septentrional, au moins pour les habitans de la Zone tempérée et de la Zone glaciale septentrionales, le *Printemps* commence lorsque le soleil arrive au premier point du signe du *Bélier*, savoir le 20 ou 21 mars (le 30 ventôse ou le 1 germinal) ; et il finit lorsque le soleil arrive au premier point du signe du *Cancer*, savoir le 21 ou 22 juin (le 3 ou 4 messidor). Mais, pour les habitans de la Zone tempérée et de la Zone glaciale méridionales, le *Printemps* commence lorsque le soleil arrive au premier point du signe de la *Balance*, savoir le 22 ou 23 septembre (le 1 vendémiaire) ; et il finit lorsque le soleil arrive au premier point du signe du *Capricorne*, savoir, le 21 ou 22 décembre (le 1 ou 2 nivôse).

Le jour où le *Printemps* commence, est égal à la nuit, c'est-à-dire, que le soleil demeure aussi long-temps au-dessus qu'au-dessous de l'horizon.

PRISMATIQUE. Epithète que l'on donne à tout ce qui a la figure d'un prisme, ou à ce qui a quelque rapport au prisme. Par exemple, on appelle *Verres prismatiques*, les solides de verre dont on se sert pour séparer les rayons de lumière, lorsqu'on veut faire des expériences sur les couleurs. On appelle aussi *couleurs prismatiques*, les rayons colorés que fait apercevoir un prisme, au travers duquel on fait passer un jet de lumière solaire.

PRISME. Solide terminé par plusieurs plans, dont les deux opposés, qui en sont les bases, sont des polygones égaux, parallèles et semblablement situés, et tous les autres plans sont des parallélogrammes. (*Voy. Pl. III, fig.* 1, 2, 3, et 4).

Les deux plans parallèles et opposés dont nous venons de parler, tels que *AEC, BFD* (*fig.* 1.) se nomment les *bases* du *Prisme* : et la perpendiculaire *LM*, menée d'un point d'une des bases sur l'autre base, se nomme la *hauteur*. Les lignes telles que *AB, CD, EF*, qui sont les rencontres de deux parallélogrammes consécutifs, s'appellent les *arêtes* du *Prisme*.

On donne aux *Prismes* différens noms, suivant le nombre de côtés qu'ont les polygones qui leur servent de base. On nomme *Prismes triangulaires*, ceux dont les bases sont des triangles, ou ont trois côtés (*fig.* 1); *Prismes quadrangulaires*, ceux dont les bases sont des quadrilatères, ou ont quatre côtés (*fig.* 2 *et* 4); *Prismes pentagones*, ceux dont les bases sont des pentagones, ou ont cinq côtés (*fig.* 3); et ainsi de suite. Le contour de chacun de ces solides est composé d'autant de parallélogrammes que l'une de ses bases a de côtés, savoir, de trois dans les *Prismes triangulaires;* de quatre dans les *Prismes quadrangulaires*, etc. On appelle aussi *Prisme triangulaire équilatéral*, celui dont les bases sont des triangles équilatéraux; et l'on nomme *Prisme triangulaire rectangle*, celui dont les bases sont des triangles rectangles.

Parmi les *Prismes quadrangulaires*, on distingue plus particulièrement le *parallélipipède* et le *cube*. (*Voyez* PARALLÉLIPIPÈDE *et* CUBE).

Pour avoir la surface d'un *Prisme* quelconque (en n'y comprenant point les deux bases), il faut multiplier l'une des arêtes de ce *Prisme* par le contour d'une section, faite par un plan auquel cette arête seroit perpendiculaire. Par exemple, pour avoir la surface du *Prisme*, *fig.* 3, il faut multiplier l'arête *AB* par le contour de la section *bdfhk*, qui est faite par un plan auquel je suppose que l'arête *AB* est perpendiculaire : et l'on trouvera la surface des deux bases, comme on trouve celle des polygones. (*Voyez* POLYGONE). Ainsi

la surface d'un *Prisme* quelconque (si l'on n'y comprend pas les deux bases) est égale au produit de l'une des arêtes de ce *Prisme*, par le contour d'une section faite par un plan perpendiculaire à cette arête. Lorsque le *Prisme* est droit, cette section ne diffère pas de la base, qui est alors perpendiculaire aux arêtes : et l'arête même est alors la hauteur du *Prisme*. Ainsi la surface d'un *Prisme droit* (en n'y comprenant point les deux bases) est égale au produit du contour de la base multiplié par la hauteur.

Si l'on vouloit comparer entr'elles les surfaces de plusieurs *Prismes*, voici la règle : les surfaces des *Prismes* (en n'y comprenant point les bases opposées) sont entr'elles comme les produits de la longueur de ces *Prismes*, par le contour de la section faite perpendiculairement à cette longueur.

Pour avoir la solidité d'un *Prisme* quelconque (*fig.* 3), il faut évaluer sa base *BDFHK* en mesures quarrées quelconques, et sa hauteur *LM* en parties égales au côté du quarré qu'on prend pour mesure; ensuite multiplier le nombre des mesures quarrées qu'on aura trouvées dans la base, par le nombre des mesures linéaires de la hauteur : le produit donnera la solidité du *Prisme*. Ainsi la solidité d'un *Prisme* quelconque est égale au produit de la surface de la base, par la hauteur de ce *Prisme*.

Deux *Prismes* ou un *Prisme* et un cylindre de même base et de même hauteur, ou de bases égales et de hauteurs égales, sont égaux en solidité, quelque différentes que soient d'ailleurs les figures des bases. D'où il suit que deux *Prismes* ou un *Prisme* et un cylindre sont entr'eux comme les produits de leur base par leur hauteur.

Et puisque la solidité d'une pyramide est égale au produit de la surface de sa base multipliée par le tiers de sa hauteur (*Voyez* PYRAMIDE); donc la solidité d'un *Prisme* quelconque est triple de celle d'une pyramide de même base et de même hauteur que lui.

Les solidités des *Prismes* semblables sont entr'elles comme les cubes des hauteurs de ces *Prismes*, ou,

en général, comme les cubes des lignes homologues de ces *Prismes*.

PRISME. *Terme de Dioptrique.* C'est un solide transparent *D* (*Pl. XLIII, fig.* 8), qui a la figure d'un *Prisme* triangulaire, c'est-à-dire, que ses deux extrémités sont deux triangles égaux, parallèles et semblablement situés; et les trois autres faces, qui en terminent le contour, sont des parallélogrammes très-polis, qui s'étendent d'une extrémité à l'autre. Ce solide peut être de verre, d'eau, de glace, etc. Pourvu que la matière dont il est formé soit transparente, il sera propre aux usages auxquels il est destiné. Lorsqu'on veut avoir des *Prismes* d'eau ou de quelqu'autre liqueur bien limpide, on se sert de trois lames de glace mince, bien dressées, bien polies, et jointes ensemble par le moyen de quelque mastic : et l'on ferme les deux extrémités avec des emboîtures de cuivre. Cela forme une espèce de boîte prismatique, que l'on remplit de la liqueur dont on veut se servir.

On se sert de *Prismes* pour faire plusieurs expériences très-curieuses sur la lumière et les couleurs, et surtout pour démontrer que la lumière est un corps hétérogène, composé de plusieurs rayons colorés, tels que le rouge, l'orangé, le jaune, le vert, le bleu, l'indigo et le violet, avec toutes les nuances intermédiaires (*Voyez* COULEURS.)

Comme il est essentiel que les faces du *Prisme* conservent bien leur poli, pour les garantir des accidens qui pourroient leur arriver, et pour empêcher qu'ils ne se dépolissent, lorsqu'on les pose sur des tables ou ailleurs, il est bon de garnir leurs extrémités, comme l'a fait l'*Abbé Nollet*, de deux emboîtures de cuivre, au milieu desquelles sont soudées des tiges *E*, *E* du même métal, qui sont comme l'axe du *Prisme* prolongé de part et d'autre, et qui servent à le soutenir et à le faire tourner, selon le besoin, entre deux supports *A*, *B* élevés perpendiculairement sur une règle *F F* : et afin de placer le *Prisme* à la hauteur convenable à l'expérience qu'on veut faire, on peut faire porter cette règle par une tige ronde *I*, qui se hausse et se baisse à volonté, en glissant dans un pied, et que l'on ar-

rête à telle hauteur que l'on veut par la pression d'une vis *G*. Au haut de cette tige on peut encore mettre un mouvement de charnière *H*, à-peu-près semblable à celui de la tête d'un compas, au moyen duquel le *Prisme* s'incline autant qu'on le veut.

Les phénomènes qu'on observe avec le *Prisme*, viennent de ce que les rayons de lumière s'y séparent en passant à travers. (*Voyez* RÉFRACTION).

Nous allons donner les plus généraux de ces phénomènes, car il seroit inutile de les détailler tous; ceux que nous allons rapporter suffiront pour faire voir que la différence des couleurs ne consiste ni dans le tournoiement plus ou moins rapide des globules de la lumière, comme le soutenoit *Descartes*, ni dans la différente obliquité des pulsations de la matière éthérée, comme le prétendoit *Loock*, ni enfin, comme le croyoit *Barrow*, dans le resserrement plus ou moins grand de la lumière et dans son mouvement plus ou moins vif; mais que les couleurs sont des propriétés immuables et inaltérables de la lumière même.

Phénomènes du Prisme. 1°. Si on fait passer un rayon de soleil par un *Prisme*, et qu'on recoive ce rayon sur un mur, après son passage, on voit sur ce mur les couleurs de l'arc-en-ciel, ou plusieurs couleurs vives, dont les principales sont le rouge, le jaune, le vert, le bleu et le violet.

La raison de cette apparence est que les rayons qui étoient réunis et mêlés ensemble, avant d'entrer dans le *Prisme*, se séparent par la réfraction, en vertu de leur différente réfrangibilité, et paroissent chacun avec sa couleur propre et naturelle.

Ainsi, par exemple, les rayons bleus qui (*dans la fig.* 50, *Pl. LXXXIII*) sont représentés, après la réfraction, par des lignes ponctuées, commencent à se séparer des autres sur le côté *ca* du *Prisme abc*, par la première réfraction qu'ils souffrent en *dd*; ensuite ils sont de nouveau séparés par une seconde réfraction en *ee*, qu'ils souffrent à la seconde surface *bc* du *Prisme*, au lieu que dans un verre plan, les rayons bleus, après avoir été séparés des autres par la réfraction qu'ils souffriroient à la première surface, seroient

seroient de nouveau mêlés avec les autres par la réfraction qu'ils souffriroient à la seconde surface, et qui seroit présisément contraire à la première. En général, l'effet du *Prisme* est de rendre divergens les rayons qui y sont tombés parallèles ; au lieu que le verre plan ne détruit point leur parallélisme par la réfraction : ainsi un rayon de lumière, ou, ce qui revient au même, un rayon blanc étant regardé comme un faisceau de rayons parallèles de diverses couleurs (*Voyez* COULEURS *et* BLANCHEUR) ; il s'ensuit que si ce rayon tombe sur un verre plan, les couleurs restent parallèles et confondues après la réfraction, et le rayon reste blanc ; mais si ce rayon tombe sur un *Prisme*, les rayons qui étoient parallèles avant la réfraction, sortent en s'écartant les uns des autres, et les couleurs dont ce rayon étoit composé, paroissent alors séparées. Cela vient de ce que le côté du *Prisme* par où les rayons sortent, n'est pas, et ne sauroit être parallèle à celui par où ils entrent. (*Voyez* RÉFRACTION).

2°. L'image projetée sur les murs n'est pas ronde ; mais si l'angle du *Prisme* est de 60 ou 65 degrés, elle est environ 5 fois plus longue que large. Cela vient de ce que le rayon, qui porte l'image du soleil, est composé de rayons qui, après s'être rompus, s'écartent les uns des autres, et qu'ainsi l'image qui auroit dû être ronde et blanche, est oblongue et colorée.

3°. Ceux des rayons qui font voir la couleur jaune, s'éloignent plus de leur direction rectiligne, que ceux qui font voir la couleur rouge ; ceux qui font voir la couleur verte, s'éloignent encore plus de la ligne droite que les rayons jaunes ; et les rayons violets sont ceux de tous qui s'en éloignent le plus.

4°. Si après avoir séparé les rayons par le moyen du *Prisme*, on se sert d'une lentille un peu convexe pour les réunir, les rayons jaunes, verts, etc., seront réunis par cette lentille, chacun à un foyer particulier, qui sera plus proche de la lentille que le foyer des rayons rouges. La raison de ces deux derniers phénomènes est que les rayons jaunes souffrent une plus grande réfraction que les rayons rouges ; les rayons verts, une

plus grande que les rayons jaunes; enfin que les rayons violets se rompent plus que tous les autres.

5°. Quand les couleurs ont été bien séparées, elles ne peuvent plus être détruites ni altérées en aucune manière, quelque réfraction nouvelle qu'on leur fasse subir, et par quelque nombre de *Prismes* qu'on les fasse passer; elles ne reçoivent non plus aucun changement, soit que les rayons traversent un espace éclairé, soit qu'ils se croisent mutuellement, soit qu'ils passent dans le voisinage de l'ombre, soit enfin qu'on les fasse réfléchir par les corps naturels.

Les couleurs ne sont donc point de simples modifications, mais des propriétés immuables et inaltérables de la lumière. (*Voyez* COULEURS).

6°. Tous les rayons colorés étant réunis, soit par différens *Prismes*, soit par une lentille, soit par un miroir concave, forment le blanc; mais si on les sépare de nouveau après leur réunion, chacun représente la couleur qui lui est propre. (*Voyez* BLANCHEUR).

La raison de ce phénomène est que le rayon étoit blanc, lorsqu'il étoit composé de la réunion de différens rayons colorés qui n'étoient point encore séparés par la réfraction : donc, si on réunit ces rayons, après les avoir séparés, ils doivent de nouveau former le blanc.

C'est pour cela que si on mêle ensemble, dans une certaine proportion, différentes poussières rouges, jaunes, vertes, bleues, violettes, etc. on formera une poussière grise, c'est-à-dire, une poussière dont la couleur sera mêlée de blanc et de noir; et cette poussière seroit parfaitement blanche, si une partie des rayons n'étoit pas absorbée.

C'est pour cela encore que si on barbouille un papier de toutes ces différentes couleurs, peintes chacune à part et dans une certaine proportion, et qu'ensuite on fasse tourner le papier assez vîte pour que la vîtesse du mouvement empêche l'œil de distinguer les différentes couleurs, chacune de ces couleurs disparoîtra, et l'œil n'en verra plus qu'une seule, qui sera entre le blanc et le noir.

7°. Si les rayons du soleil tombent sur la surface d'un *Prisme*, avec une certaine obliquité, le *Prisme* ré-

fléchira les rayons violets, et laissera passer les rayons rouges.

8°. Si on a deux *Prismes*, l'un plein d'une liqueur rouge, l'autre d'une liqueur bleue, ces deux *Prismes* joints ensemble formeront un corps opaque; mais si l'un des deux seulement est rempli d'une liqueur bleue ou rouge, les deux *Prismes* joints ensemble seront transparens : la raison de cela est que, quand les deux *Prismes* sont pleins, chacun d'une liqueur différente, l'un ne transmet que les rayons rouges, l'autre que les rayons bleus, et qu'ainsi les deux *Prismes* joints ensemble ne doivent transmettre aucuns rayons.

9°. Tous les corps naturels, principalement les corps blancs, étant regardés à travers un *Prisme*, paroissent bordés d'un côté d'une espèce de frange de rouge et de jaune, et de l'autre d'une frange de bleu et de violet.

10°. Si on place deux *Prismes* de telle sorte que le rouge de l'un et le violet de l'autre se rencontrent sur un papier placé dans un endroit obscur, l'image sera pâle; mais si ces rayons sont reçus sur un troisième *Prisme*, placé proche de l'œil à une distance convenable, on verra deux images, l'une rouge, l'autre violette. Si on mêloit ensemble deux sortes de poudres, l'une rouge, l'autre bleue, et qu'on couvrit un petit corps d'une grande quantité de ce mêlange, ce corps vu à travers un *Prisme*, paroîtroit sous une double image, l'une rouge, l'autre bleue.

11°. Si les rayons transmis par une lentille, sont reçus sur un papier avant qu'ils se réunissent au foyer, les confins de la lumière et de l'ombre paroîtront teints d'une couleur rouge : si le papier est au-delà du foyer, les confins de la lumière et de l'ombre seront bleus.

12°. Si les rayons prêts à entrer dans l'œil, sont interceptés en partie par l'interposition de quelque corps opaque placé proche de l'œil, les bords de ce corps paroîtront teints de différentes couleurs, comme si on le voyoit à travers un *Prisme*, excepté que ces couleurs seront moins vives. Cela vient de ce que les rayons qui passent par la partie de la prunelle qui peut les recevoir,

sont séparés par la diffraction en diverses couleurs, et de ce que les rayons interceptés, qui devroient tomber sur le reste de la prunelle, et qui ont une réfrangibilité différente, ne peuvent plus se mêler avec les autres rayons, et les effacer pour ainsi dire. C'est pour cela aussi qu'un corps vu avec les deux yeux, à travers deux petits trous faits dans un papier, paroît non-seulement double, mais aussi teint de différentes couleurs.

PRODUCTIONS CILIAIRES. On appelle ainsi le prolongement plissé *B B* (*Pl. XLVI, fig.* 1.) de la lame intérieure de la *Choroïde*, nommée *Membrane de Ruysch.* (*Voyez* CHOROÏDE *et* ŒIL).

PRODUIT. Quantité qui résulte de la multiplication de deux ou de plusieurs nombres ou lignes, savoir, l'un étant multiplié par l'autre. Par exemple, 42 est le *Produit* du nombre 6 multiplié par le nombre 7. Ou bien le *Produit* est la quantité qui résulte de la multiplication d'un nombre par lui-même, ou d'une ligne par elle-même. Par exemple, 36 est le *Produit* du nombre 6 multiplié par lui-même. Ce dernier *Produit* s'appelle *Quarré.* (*Voyez* QUARRÉ). Le *Produit* d'un nombre multiplié par son *Quarré*, s'appelle le *Cube* de ce nombre : ainsi le *Produit* 27 est le *Cube* du nombre 3 multiplié par son *Quarré* 9. Lorsque les deux quantités qu'on multiplie l'une par l'autre, sont des lignes, le *Produit* est appelé le *Rectangle* de deux lignes multipliées l'une par l'autre. Si l'on multiplie une grandeur par elle-même, le *Produit* se nomme le *Quarré* de cette grandeur : et si l'on multiplie une grandeur par son *Quarré*, le *Produit* s'appelle le *Cube* de cette grandeur. (*Voyez* CUBE).

PRŒSBYTE. (*Voyez* PRESBYTE).

PROFONDEUR. C'est la distance la plus courte d'un point de la surface inférieure de la chose dont on cherche la *Profondeur*, à un point de la surface supérieure de la même chose; et par conséquent c'est une ligne droite tirée perpendiculairement de la surface supérieure à la surface inférieure. On détermine, par exemple, la *Profondeur* d'un puits, en faisant tomber jusqu'au fond de ce puits un poids attaché à un fil, et en

rapportant la longueur de ce fil à une certaine mesure.

La *Profondeur* d'un corps est la même chose que son *Epaisseur* : c'est une des trois dimensions essentielles à tous les corps, grands ou petits : en un mot, c'est une ligne droite tirée perpendiculairement de la surface supérieure à la surface inférieure de ce corps. (*Voyez* CORPS).

PROGRESSION. *Terme de Mathémathiques.* Suite des termes qui croissent ou décroissent dans une certaine proportion, mais tous de la même manière et de la même quantité. Lorsque cette proportion se connoît par la soustraction, c'est-à-dire, lorsque chacun des termes surpasse celui qui le précède, ou en est surpassé d'une quantité constante, qui est la même pour tous, et que l'on appelle *Différence*, la *Progression* est appelée *Arithmétique.* Par exemple, cette suite ÷ 1 . 3 . 5 . 7 . 9 . 11 . 13 . 15 . 17, etc. est une *Progression arithmétique*, parce que chaque terme y surpasse celui qui le précède d'une même quantité, qui est ici 2. Tous les termes sont précédés de deux points séparés par une barre, et qui sont destinés à avertir qu'en énonçant la *Progression*, on doit répéter chaque terme, excepté le premier et le dernier, en cette manière : 1 est à 3 comme 3 est à 5 ; comme 5 est à 7 ; comme 7 est à 9, etc. C'est dans cette *Progression* que se fait l'accélération de la chûte des corps. Dans toute *Progression arithmétique*, la somme des termes extrêmes est égale à la somme de deux autres termes quelconques également éloignés des extrêmes. Par exemple, la somme des extrêmes 1 et 17 est égale à celle des deux termes 7 et 11 ; à celle des deux termes 5 et 13, etc. ou bien (quand le nombre des termes est impair) la somme des extrêmes est égal au double du terme du milieu qui est 9.

Lorsque la proportion dans laquelle les termes croissent ou décroissent, se connoît par la division, c'est-à-dire, lorsque chacun des termes contient celui qui le précède, ou est contenu en lui le même nombre de fois, la *Progression* est appelée *géométrique.* Par exemple, cette suite ∴ 1 : 3 : 9 : 27 : 81 : 243 : 729, etc. est une *Progression géométrique*, parce que chaque terme contient celui qui le précède le même nombre

de fois, qui est ici 3. Ce nombre de fois est ce qu'on appelle la *raison* de la *Progression*. Tous les termes sont précédés de quatre points séparés par une barre, qui ont la même signification que les deux points qui précédent tous les termes de la *Progression arithmétique*. Dans toute *Progression géométrique*, le produit des termes extrêmes est égal au produit de deux autres termes quelconques également éloignés des extrêmes, ainsi qu'au quarré du terme du milieu, si le nombre des termes est impair. Par exemple, le produit de 729 multiplié par 1, est égal au produit de 81 multiplié par 9, ainsi qu'au quarré de 27. Tous ces produits sont 729.

PROJECTILE. Nom que l'on donne à tout corps jeté par une puissance quelconque, et dans une direction quelconque. Une pierre que l'on jette avec la main, est un *Projectile*. Une bombe ou un boulet lancé par l'effort de la poudre, est un *Projectile*.

Tout *Projectile* qui suit toute autre direction que celle qui est perpendiculaire à l'horizon, décrit sensiblement une espèce de courbe, ou du moins une portion d'une courbe que les géomètres appellent *Parabole*, comme l'a démontré *Newton (Princ. Mathém. de la Philosophie naturelle, liv. II, prop. 4)*; et il décriroit exactement cette courbe, s'il n'éprouvoit point de résistance de la part du milieu dans lequel il se meut; laquelle résistance est cause que sa force projectile n'est pas exactement uniforme, et que la vîtesse, qui vient de la pesanteur, n'est pas exactement accélérée comme elle doit l'être. (*Voyez* BALISTIQUE).

Les philosophes ont été fort embarrassés sur la cause de la continuation du mouvement des *Projectiles*, c'est-à-dire, sur la raison pour laquelle ils continuent à se mouvoir après que la première cause a cessé d'agir. (*Voyez* MOUVEMENT).

Les philosophes modernes ont recours, pour expliquer cet effet, à un principe très-naturel et très-simple. Selon eux, la continuation du mouvement n'est qu'une suite naturelle d'une des premières loix de la nature; savoir, que tous les corps sont indifférens au mouvement et au repos, et qu'ils doivent par conséquent rester

dans celui de ces deux états où ils sont, jusqu'à ce qu'ils en soient tirés ou détournés par quelque nouvelle cause.

Descartes est le premier qui ait expliqué de cette manière la continuation du mouvement des *Projectiles*, et en général de tous les corps auxquels on imprime du mouvement. *Newton* paroît regarder ce phénomène comme un principe d'expérience, et il ne décide point si la continuation du mouvement est fondée dans la nature du mouvement même.

D'*Alembert* dit, dans son *Traité de Dynamique*, que l'existence du mouvement étant une fois supposée, un mobile qui a reçu quelqu'impulsion, doit continuer à se mouvoir toujours uniformément et en ligne droite, tant que rien ne l'en empêche. (*Voyez* FORCE D'INERTIE).

Quoi qu'il en soit, et quelque parti qu'on puisse prendre sur cette question, c'est un principe avoué aujourd'hui de tous les philosophes, qu'un *Projectile* mis en mouvement, continueroit à se mouvoir éternellement en ligne droite, et avec une vitesse toujours uniforme, si la résistance du milieu où il se meut, et l'action de la gravité n'altéroient son mouvement primitif.

La théorie du mouvement des *Projectiles* est le fondement de cette partie de l'art militaire, qu'on appelle le jet des bombes ou la balistique. (*Voyez* BALISTIQUE).

Loix du mouvement des Projectiles. I. Si on jette un corps pesant dans une direction perpendiculaire, il continuera à descendre ou à monter perpendiculairement, parce que la gravité agit dans cette même direction.

II. Si on jette un corps pesant horizontalement, il doit par son mouvement décrire une parabole, dans la supposition que le milieu ne lui résiste pas.

En effet, le corps est poussé à-la-fois suivant la ligne droite horizontale *A R*, *Pl. LXXVI, fig.* 46. par la force motrice, et suivant la ligne droite verticale *A C*, par la force de la gravité. Par conséquent, tandis que le mobile parviendroit en *Q*, par l'action de la force motrice, il doit arriver par l'action de la gravité en quelque point *M* de la ligne verticale *Q M*; et de même tandis qu'il parviendroit en *q*, par l'action de la force

motrice, il doit arriver par l'action de la gravité en quelque point m de la ligne qm. Or le mouvement suivant AR est nniforme; donc (*Voyez* MOUVEMENT.) les espaces QA et qA sont comme les temps employés à les parcourir; mais les espaces QM et qm, sont comme les quarrés des temps (*Voyez* CHUTE DES CORPS); donc $AQ^2 : Aq^2 :: QM : qm$, c'est-à-dire, $PM^2 : pm^2 :: AP : Ap$; donc la trace du corps, ou la ligne AMm qu'il décrit lorsqu'il est jeté horizontalement, est une *Parabole*. (*Voyez* PARABOLE).

On croyoit, il y a deux cents ans, qu'un corps jeté horizontalement, par exemple, un boulet lancé par un canon, décrivoit une ligne droite tant que la force de la poudre surpasse considérablement la pesanteur du boulet : après quoi cette ligne devenoit courbe.

Tartaglia fut le premier qui s'apperçut de cette erreur, et qui soutint que la ligne en question étoit courbe dans toute son étendue; mais *Galilée* démontra le premier que la courbe décrite par un boulet jeté horizontalement, étoit une parabole, ayant pour sommet le point où le boulet quitte le canon.

III. Si un corps pesant est jeté obliquement, soit de bas en haut, soit de haut en bas, dans un milieu sans résistance, il décrira encore une parabole. Ainsi le corps A *fig.* 47, étant jeté suivant AR, il décrira la parabole AMB, dont la verticale AS sera un des diamètres, et le sommet de l'axe de cette parabole se trouvera au point m, qui est le point de milieu de la portion de parabole AMB, terminée par l'horizontale AB. Donc,

1°. Le paramètre du diamètre de la parabole AS, *fig.* 47. est une troisième proportionnelle à l'espace qu'un corps pesant parcourt en descendant dans un temps quelconque donné, et à la vîtesse déterminée par l'espace qu'il décriroit uniformément durant ce même temps, c'est-à-dire, aux lignes Ap et AQ.

2°. Comme l'espace qu'un corps pesant parcourt perpendiculairement en une seconde est de $15\frac{1}{12}$ pieds (4898 millimètres) environ; le paramètre dont il s'agit est égal au quarré de l'espace que le *Projectile* décriroit uniformément dans une seconde, en vertu de la

force motrice, ce quarré étant divisé par 15 $\frac{1}{12}$ pieds (4898 millimètres).

3°. Si les vîtesses de deux *Projectiles* sont les mêmes, les espaces décrits dans le même temps en vertu de l'action de la force motrice, seront égaux : par conséquent les paraboles qu'ils décrivent auront le même paramètre.

4°. Le paramètre du diamètre AS étant connu, il est facile de trouver, par les propriétés de la parabole, le paramètre de l'axe, dont le quart est la distance du sommet de la parabole à son foyer.

5°. La vîtesse du *Projectile* étant donnée, on peut tracer sur le papier la parabole qu'il doit décrire.

6°. Enfin la ligne de projection AR touche la parabole en A.

IV. Un *projectile*, en temps égaux, décrit des portions de parabole AM, Mm, qui répondent à des espaces horizontaux égaux AT, Tt, c'est-à-dire, que, dans des termes égaux, il décrit dans le sens horizontal des espaces égaux.

V. La quantité ou l'amplitude AB de la courbe, c'est-à-dire, la portée du jet du *Projectile* est au paramètre du diamètre AS, comme le sinus de l'angle d'élévation RAB, est à la sécante de ce même angle.

Donc, 1°. le demi-paramètre est à l'amplitude AB, comme le sinus total au sinus du double de l'angle d'élévation. 2°. Le paramètre de deux paraboles est le même, lorsque les *Projectiles* qui les décrivent ont des vîtesses égales. Or, dans un des cas, le demi-paramètre est à l'amplitude, comme le sinus total est au sinus du double de l'angle d'élévation; et dans le second cas, le demi-paramètre est aussi à l'amplitude, comme le sinus total est au sinus du double de l'angle d'élévation : donc l'amplitude dans le premier cas, est à l'amplitude dans le second, comme le sinus du double du premier angle d'élévation est au sinus du double du second angle. Ainsi la vîtesse de projection demeurant la même, l'amplitude est comme le sinus du double de l'angle d'élévation.

VI. La vîtesse du *Projectile* demeurant la même, l'amplitude AB est la plus grande qu'il est possible,

lorsque l'angle d'élévation est de 45 degrés; et les amplitudes répondantes aux angles d'élévation également distans de 45 degrés, sont égales.

Cette proposition est vérifiée par l'expérience, et peut aussi se démontrer en cette sorte : puisque l'amplitude est toujours comme le sinus du double de l'angle d'élévation, il s'ensuit qu'elle doit croître à mesure que ce sinus croit, et réciproquement. Or le sinus du double de 45 degrés, est le sinus de 90 degrés, ou le sinus total, qui est le plus grand de tous; donc l'amplitude qui répond à l'angle de 45 degrés, doit être la plus grande de toutes. De plus, les sinus de deux angles également distans de l'angle droit, par exemple, de 80 et de 100 degrés, sont égaux; or le sinus du double des angles également éloignés de 45 degrés, sont des sinus d'angles également éloignés de l'angle droit; car soit $45 + a$ un de ces angles, et $45 - a$ l'autre, les doubles seront $90 + 2a$ et $90 - 2a$; et ces angles doubles diffèrent d'un droit, chacun de la valeur de $2a$: donc les amplitudes qui répondent à des angles également éloignés de 45 degrés, doivent être égales. Enfin puisque le sinus total est au sinus du double de l'angle d'élévation, comme le demi-paramètre est à l'amplitude, que le sinus total est égal au sinus du double de 45 degrés, il s'ensuit que l'amplitude qui répond à 45 degrés d'élévation, est égale au demi-paramètre.

VII. La plus grande amplitude étant donnée, si on veut déterminer l'amplitude pour un autre angle d'élévation, la vîtesse demeurant la même, il faudra dire : comme le sinus total est au sinus du double de l'angle d'élévation proposé, ainsi la plus grande amplitude est à l'amplitude qu'on cherche.

Ainsi, supposant que la plus grande amplitude ou partie horizontale d'un mortier soit de 6000 pas, on trouvera que la portée pour un angle de 30 degrés sera de 5196 pas.

VIII. La vîtesse du *Projectile* étant donnée, on propose de trouver la plus grande amplitude. Puisque la vîtesse du *Projectile* est connue par l'espace qu'il parcourroit uniformément dans un temps donné, par exemple, dans une seconde, il ne faut que chercher le paramètre

de la parabole, comme nous l'avons enseigné ci-dessus; car la moitié de ce paramètre est l'amplitude qu'on demande.

Supposons, par exemple, la vîtesse du *Projectile* telle qu'il puisse parcourir en une seconde 300 mètres ou 300000 millimètres : si l'on divise 90000000000, qui est le quarré de 300000, par 4898$^{m.mt.}$ qui est la valeur de la chûte pendant une seconde, le quotient donnera 18374846 millimètres pour le paramètre de la parabole; par conséquent l'amplitude cherchée sera de 9187423 millimètres : ainsi tout objet qui se trouvera à une distance horizontale moindre que 9147423 millimètres pourra être frappé par le *Projectile*.

IX. La plus grande amplitude étant donnée, on propose de trouver la vîtesse du *Projectile*, ou l'espace qu'il parcourt uniformément dans le sens horizontal, en une seconde de temps. Puisque le double de la plus grande amplitude est le paramètre de la parabole, cherchez une moyenne proportionnelle entre le double de la plus grande amplitude et 4898 millimètres, qui sont l'espace qu'un corps pesant décrit en une seconde; et vous aurez l'espace que le *Projectile* parcourt uniformément dans le sens horizontal, en une seconde de temps.

Par exemple, si la plus grande amplitude est de 300000 millimètres, l'espace cherché sera égal à la racine quarrée du produit de 600000 X 4898.

X. On demande la plus grande hauteur à laquelle un corps jeté obliquement s'élevera; pour la trouver, coupez l'amplitude *A B* en deux parties égales au point *t*, et du point *t* élevez une perpendiculaire *t m*; cette ligne *t m* sera la plus grande hauteur à laquelle s'élevera le corps jeté dans la direction *A R*. Si la parabole n'étoit pas tracée, alors ayant l'amplitude *A B*, il ne faudroit qu'élever la perpendiculaire *B R* et en prendre le quart, qui seroit la valeur de *t m*.

XI. L'amplitude *A B* et l'angle d'élévation étant donnés, on demande de déterminer, par le calcul, la plus grande hauteur à laquelle le *Projectile* s'élevera. Si on prend *A R* pour sinus total, *B R* sera le sinus, et *A B* le cosinus de l'angle d'élévation *B A R*; il faudra donc dire : comme le cosinus de l'angle d'élévation est au sinus

de ce même angle, ainsi l'amplitude de *AB* est à un 4°. nombre, dont le quart exprimera la hauteur cherchée.

Donc puisque l'on peut déterminer l'amplitude, lorsque la vîtesse et l'angle d'élévation sont donnés, il s'ensuit que, par la vîtesse du *Projectile* et par l'angle d'élévation, on peut aussi déterminer la plus grande hauteur à laquelle il doit s'élever.

XII. La hauteur de l'amplitude *tm* est à la huitième partie du paramètre, comme le sinus verse du double de l'angle d'élévation est au sinus total; donc :

1°. Puisque le sinus total est au sinus verse du double de l'angle d'élévation dans un cas quelconque, comme la huitième partie du paramètre est à la hauteur de l'amplitude; et que, dans un autre cas quelconque, le sinus total est encore au sinus verse du double de l'angle d'élévation, comme la huitième partie du paramètre est à la hauteur de l'amplitude; que de plus, la vîtesse demeurant la même, le paramètre est le même pour deux différens angles d'élévation : il s'ensuit que les hauteurs de deux amplitudes différentes sont entre elles comme les sinus verses du double de l'angle d'élévation, qui leur répondent, la vîtesse demeurant la même. 2°. Il s'ensuit encore que, la vîtesse demeurant la même, la hauteur de l'amplitude est en raison doublée du sinus du double de l'angle d'élévation.

Voilà les principaux théorêmes par lesquels on détermine le mouvement des *Projectiles* dans un milieu non résistant. *Maupertuis*, dans les *Mém. de l'Acad.* 1732, nous a donné un moyen d'abréger beaucoup cette théorie, et de renfermer dans une page toute la balistique, c'est-à-dire, la théorie du mouvement des *Projectiles*. (*Voyez* BALISTIQUE).

On peut déduire assez aisément des formules données dans ce Mémoire, les propositions énoncées dans cet article; on peut aussi avoir recours, si on le juge à propos, au *second volume de l'Analyse démontrée* du P. *Reynaud*, et au cours de mathématiques de *Wolf*.

Au reste, ces règles sur le mouvement des *Projectiles* sont fort altérées par la résistance de l'air, dont nous avons fait abstraction jusqu'ici; les géomètres se sont appliqués à cette dernière recherche pour déter-

miner les loix du jet des bombes, en ayant égard à la résistance de l'air. On peut voir entre autres un savant Mémoire d'*Euler* sur ce sujet, dans les *Mém. de l'Acad. de Berlin de* 1753. Mais il faut avouer franchement que la pratique a tiré jusqu'ici peu d'avantage de ces sublimes spéculations. Quelques expériences grossières, et une pratique qui ne l'est guère moins, ont jusqu'à présent guidé les artilleurs sur ce sujet.

PROJECTILE. *(Force)* (*Voyez* FORCE PROJECTILE).

PROJECTION. *Terme de Mécanique.* Action d'imprimer du mouvement à un projectile. (*Voyez* PROJECTILE).

Si la force qui met le projectile en mouvement, a une direction perpendiculaire à l'horizon, on dit que la *Projection* est perpendiculaire : si la direction de la force est parallèle à l'horizon, on dit que la *Projection* est horizontale : enfin, si la direction de force fait un angle oblique avec l'horizon, la *Projection* est oblique.

L'angle *RAB* (*Pl. LXXVI, fig.* 47.) que fait la ligne de *Projection* avec l'horizon, est appelé *Angle d'élévation du projectile.*

PROJECTION. *(Ligne de)* (*Voyez* LIGNE DE PROJECTION).

PROPAGATION DE LA LUMIERE. Moyen par lequel la lumière ou son action se propage, par lequel la lumière s'étend du lieu où elle réside dans le lieu qu'elle éclaire. (*Voyez* LUMIERE). A cet article on verra quels ont été les sentimens des différens physiciens sur cette *Propagation.* Soit qu'on pense avec *Descartes* et *Huyghens* que la *Propagation de la lumière* se fait par *pression*, soit qu'on croie avec *Newton* qu'elle se fait par émission, il en résulte les mêmes phénomènes : ainsi on peut choisir celui des deux sentimens qui plaira le plus.

Il est certain que la *Propagation de la lumière* n'est point instantanée, comme l'a dit *Descartes.* A cet égard son sentiment est insoutenable. Mais, si l'on convient, comme on doit le faire, que les globules de lumière sont flexibles et élastiques, et qu'ils n'ont pas

une contiguité parfaite, en voilà assez pour causer ce retardement qu'on observe dans la *Propagation de la lumière*. On objecte encore à *Descartes* qu'il n'y auroit point d'obscurité, parce qu'un mouvement de pression se communique en tous sens. On peut répondre qu'en effet il n'y en a jamais de parfaite : car, dans la nuit la plus obscure, quelqu'un, qui est depuis quelque temps dehors, voit bien se conduire, et apperçoit très-bien les obstacles qui s'opposent à son passage. Le systême de *Descartes* corrigé pourroit donc bien valoir celui de *Newton*, d'autant plus que ce dernier exige, dans la lumière, une vitesse à laquelle l'imagination a peine à se prêter.

L'Académie des Sciences de Paris, ayant proposé pour le sujet du prix de 1736, la question de la *Propagation de la lumière*, *Jean Bernoulli* le fils, docteur en droit, composa à ce sujet une dissertation qui remporta le prix. Le fonds du systême de cet auteur est celui du P. *Mallebranche*, avec cette seule différence que *Bernoulli* ajoute aux petits tourbillons des petits globules durs ou solides, répandus çà et là, selon lui, dans l'espace que les petits tourbillons occupent. Ces petits globules, quoique éloignés assez considérablement les uns des autres, par rapport à leur petitesse, se trouvent en grand nombre dans la plus petite ligne droite sensible. Ces petits corps demeureront toujours en repos, étant comprimés de tous côtés; mais, si on conçoit que les particules d'un corps lumineux, agitées en tous sens avec beaucoup de violence, frappent, suivant quelque direction, les tourbillons environnans; ces tourbillons ainsi condensés, chasseront le corpuscule le plus voisin; celui-ci comprimera de même les tourbillons suivans, jusqu'au second corpuscule, etc. Cette compression étant achevée, les tourbillons reprendront leur premier état, et feront une vibration en sens contraire, puis ils seront chassés une seconde fois, et feront ainsi des oscillations, par le moyen desquelles la *lumière* se répandra. *Bernoulli* déduit de cette explication plusieurs phénomènes de la *lumière*; et les recherches mathématiques dont sa pièce est remplie sur la pression des fluides élastiques, la rendent fort ins-

tructive et fort intéressante à cet égard. C'est sans doute ce qui lui a mérité le glorieux suffrage de l'académie; car le fonds du système de cet auteur est d'ailleurs sujet à toutes les difficultés ordinaires contre le système de la *Propagation de la lumière* par pression. Le système de ceux qui, avec *Newton*, regardent un rayon de *lumière* comme une file de corpuscules émanés du corps lumineux, ne peut être attaqué que par les deux objections suivantes : 1°. on demande comment, dans cette hypothèse, les rayons de *lumière* peuvent se croiser sans se nuire. A cela on peut répondre que les rayons qui nous paroissent parvenir à nos yeux en se croisant, ne se croisent pas réellement, mais passent l'un au-dessus de l'autre, et sont censés se croiser à cause de leur extrême finesse. 2°. On demande comment le soleil n'a point perdu sensiblement de sa substance, depuis le temps qu'il envoie continuellement de la matière lumineuse hors de lui. On peut répondre que non-seulement cette matière est renvoyée en partie au soleil par la réflexion des planètes, et que les comètes qui approchent fort de cet astre, servent à le réparer par les exhalaisons qui en sortent; mais encore que la matière de la lumière est si subtile, qu'un pouce cube de cette matière suffit peut-être pour éclairer l'Univers pendant l'éternité. En effet, on démontre aisément qu'étant donnée une si petite portion de matière qu'on voudra, on peut diviser cette portion de matière en parties si minces, que ces parties rempliront un espace donné, en conservant entr'elles des intervalles moindres que $\frac{1}{10000000}$, etc. de millimètre. *Voyez*, dans l'introduction *ad veram Physicam* de *Keill*, le chapitre de la divisibilité de la matière. C'est pourquoi une portion de matière lumineuse, si petite qu'on voudra, suffit pour remplir pendant des siècles un espace égal à l'orbe de Saturne. Il est vrai que l'imagination se révolte ici; mais l'imagination se révolte en vain contre des vérités démontrées. (*Voyez* DIVISIBILITÉ).

Il est certain, d'une part, que l'opinion de *Descartes* et de ses partisans, sur la *Propagation de la lumière*, ne peut se concilier avec les loix connues de l'Hydrostatique; et il ne l'est pas moins de l'autre, que

les émissions continuelles lancées des corps lumineux, suivant *Newton* et ses partisans, effraient l'imagination. D'ailleurs il n'est pas facile d'expliquer (même dans cette dernière hypothèse) pourquoi la *lumière* cesse tout-d'un-coup dès que le corps lumineux disparoît, puisqu'un moment après que ce corps a disparu, les corpuscules qu'il a lancés, existent encore autour de nous, et doivent conserver encore une grande partie du mouvement prodigieux qu'ils avoient, étant lancés par ce corps jusqu'à nos yeux. Les deux opinions, il faut l'avouer, ne sont démontrées ni l'une, ni l'autre; et la plus sage réponse à la question de la matière et de la *Propagation de la lumière*, seroit peut-être de dire que nous n'en savons rien. *Newton* paroît avoir bien senti ces difficultés, lorsqu'il dit *de naturâ radiorum lucis, utrùm sint corpora nec ne, nihil omninò disputans.* Ces paroles ne semblent-elles pas marquer un doute, si la *lumière* est un corps? Mais, si elle n'en est pas un, qu'est-elle donc? Tenons-nous-en donc aux assertions suivantes.

La *lumière* se propage suivant une ligne droite d'une manière qui nous est inconnue; et les lignes droites, suivant lesquelles elle se propage, sont nommées ses rayons. Ce principe est le fondement de l'Optique. (*Voyez* OPTIQUE *et* VISION).

Les rayons de *lumière* se réfléchissent par un angle égal à l'angle d'incidence. (*Voyez* RÉFLEXION *et* MIROIR). Ce principe est le fondement de toute la Catoptrique. (*Voyez* CATOPTRIQUE).

Les rayons de *lumière* qui passent d'un milieu dans un autre, se rompent de manière que le sinus d'incidence est au sinus de réfraction en raison constante. Ce principe est le fondement de toute la Dioptrique. (*Voyez* DIOPTRIQUE, RÉFRACTION, VERRE, LENTILLE, etc.) Avec ces propositions bien simples, la théorie de la *lumière* devient une science purement géométrique, et on en démontre les propriétés sans savoir ni en quoi elle consiste, ni comment se fait sa *Propagation*, à-peu-près comme le professeur *Saunderson* donnoit des leçons d'Optique, quoiqu'il fût presque aveugle de naissance.

PROPAGATION

PROPAGATION DU FEU. Moyen par lequel l'action du *feu* se propage, par lequel cette action s'étend dans les corps, soit pour les échauffer, soit pour les embraser. (*Voyez* FEU).

Si on suppose la *Propagation du feu* portée jusqu'à l'inflammation, il est bien difficile, pour ne pas dire impossible, de l'expliquer par la simple communication du mouvement, surtout si l'on ne considère que le moteur apparent; car une étincelle peut produire un incendie. En effet, si l'on bat un briquet contre une pierre, il en résulte une étincelle, qui, si elle tombe sur de l'amadou, y met le feu : l'amadou embrase une allumette : l'allumette met le feu à un fagot : le fagot met le feu à la maison, laquelle, étant embrasée, fait brûler la ville. Quelle prodigieuse quantité de mouvement ne faut-il pas pour réduire une ville en cendres ! Est-ce que tout ce mouvement est produit par le choc du briquet contre la pierre? Ainsi, quand une matière s'embrase par le mouvement qu'on lui imprime pardehors, il faut que le choc ou le frottement soit aidé par une cause préexistante, par une cause prête à céder à la première impulsion, par une cause qui devienne plus puissante par ses propres effets; sans quoi l'effet seroit beaucoup plus grand que sa cause, ce qui ne peut pas être.

Mais quelle est cette cause préexistante? Ce qu'on a donné de plus probable là-dessus, se trouve dans un Mémoire d'*Euler*, intitulé : *Dissertatio de igne, in quâ ejus Natura et proprietates explicantur;* et qui est un de ceux qui ont remporté le prix proposé par l'Académie des Sciences de Paris, en l'année 1738, sur la *Propagation du feu*. Dans ce Mémoire est une hypothèse qui cadre assez bien avec ce que nos sens nous font appercevoir touchant la nature du feu et ses progrès. Ce sont donc les idées d'*Euler* que nous allons développer.

L'action du feu s'étend dans les corps de deux façons : 1°. elle n'y cause que ce mouvement intestin des parties, qu'on nomme *chaleur*, et qui se passe sans dissipation notable; tel est un corps quelconque plongé dans de l'eau chaude : 2°. elle agite tellement

la matière propre du corps, qu'elle en désunit les molécules, les enlève et les dissipe sous la forme de fluides subtils, connus sous les noms de *fumée* et de *flamme*; tel est un morceau de bois sur des charbons ardens.

Lorsqu'il n'y a que communication de chaleur, tout paroît se passer conformément aux loix connues: la chaleur acquise l'est toujours aux dépens de celle qu'on emploie pour la communiquer, de même que le mouvement acquis dans un corps l'est aux dépens de celui du corps qui le lui communique, en le choquant. Mais, lorsque l'action du feu va jusqu'à l'embrasement, c'est alors qu'on a besoin de cette cause préexistante, par laquelle la matière du feu puisse faire les progrès qui suivent du premier choc.

Plusieurs grands physiciens, tels que *Mallebranche* (*Mémoires de l'Académie*, 1699, *page* 33); *Lemery* (*Mémoires de l'Académie*, 1709, *page* 400); *Boerhaave* (*El. Chem. pag.* 192), et d'après eux plusieurs autres, pensent que la matière du feu a, de sa nature, une force expansive; que chacune de ses molécules peut être considérée comme un assemblage de parties qui font effort pour s'écarter les unes des autres, de même que nous voyons les parties de l'air s'écarter réellement, quand on leur en donne lieu. Cette idée paroît assez propre à rendre raison de l'embrasement des corps. Pour la transporter à des corps sensibles, supposons un grand nombre de petits globes de verres scellés hermétiquement, et remplis d'air comprimé, mais tellement minces qu'ils puissent à peine résister à l'effort du fluide qu'ils renferment. Si, par quelque accident, un de ces globes vient à être heurté, le choc produira deux effets: 1°. il ébranlera les parties du globe: 2°. il augmentera un peu l'activité du fluide qu'il renferme, en le comprimant un peu plus qu'il ne l'est. Le globe, qui pouvoit à peine résister à l'effort de l'air qu'il contenoit, sera donc brisé par l'augmentation de cet effort. Ses éclats, heurtant les globes voisins, feront sur eux ce qu'a fait sur lui le premier choc, et en peu de temps tout sera en pièces.

La même chose arriveroit, si, au lieu du choc extérieur que nous avons supposé, une cause interne quelconque augmentoit seulement d'un degré la force expansive de l'air renfermé dans le premier globe.

Regardons donc maintenant chaque molécule d'un corps combustible, comme un de nos petits globes, contenant à son centre une portion de feu doué d'une force expansive. Le premier choc, animant cette force, doit faire éclater la molécule : et, comme tout est poreux, cette action doit se communiquer de proche en proche jusqu'aux parties les plus intimes, et le feu, tranquille d'abord, doit briser sa prison, sitôt que son activité est augmentée.

On pourroit objecter que, y ayant partout des passages ouverts, le feu devroit s'échapper, sans rien faire éclater. C'est en effet ce qui arriveroit, si son action étoit lente; mais, comme alors son activité est plus grande que la liberté qu'il a de s'échapper, il fait sauter en éclats la matière qui l'enveloppe. Supposons une cloison de planches mal assujéties, au milieu de laquelle est une porte de 1 mètre de large et de 2 mètres de haut, et qu'il y ait d'un côté une vingtaine de personnes qui veulent passer de l'autre côté. Si toutes passent tranquillement l'une après l'autre, la cloison demeurera en place; mais si plusieurs se présentent ensemble et tendent à passer à-la-fois, ils jeteront la cloison par terre.

D'après l'idée que nous venons de développer, on voit que l'embrasement des corps rentre dans l'ordre des phénomènes intelligibles, si l'on se représente chaque portion de feu contenue dans une molécule de matière, comme un ressort antérieurement tendu. Et il ne faut pas demander qui a tendu ce ressort, c'est un secret que la nature ne nous a pas encore dévoilé. Mais, puisque, de l'aveu de tous les physiciens, le feu est présent partout, et que dans tous ses effets nous appercevons toujours cette force expansive, cela suffit pour rendre raison de l'inflammation et de ses progrès.

Il faut pourtant avouer qu'il y a une chose qui diminue bien la bonté de cette idée; c'est que tous les

effets dont nous venons de parler, ne peuvent avoir lieu que dans un air libre et pur : mais les causes que nous venons de développer, existent indépendamment de cet air, et cependant n'ont pas d'effet. Cette réflexion est bien propre à déranger tous nos systêmes. Je serois assez porté à croire qu'il n'y a que l'air pur capable de brûler. (*Voyez* AIR PUR).

D'après les nouvelles découvertes, il est beaucoup plus aisé de rendre raison de ce singulier phénomène. Il est prouvé que la matière du feu ou le *calorique*, combiué avec une substance quelconque, ne fait sentir aucune chaleur : mais la chaleur devient d'autant plus grande, et ses effets sont d'autant plus rapides, qu'il y a une plus grande quantité de calorique qui prend l'état de liberté. Voyons donc ce qui fournit cette grande quantité de calorique libre dans la combustion des corps. Il est prouvé que les corps ne peuvent brûler qu'en contact avec l'air pur ; parce que la combustion consiste dans la combinaison de la base de cet air, appelée *Oxigène*, avec le corps combustible. (*Voyez* COMBUSTION). Or l'air pur contient une grande quantité de calorique combiné avec sa base, avec l'oxigène. (*Voyez* AIR PUR). Lors donc que son oxigène se combine avec le corps qui brûle, son calorique prend l'état de liberté, et se réunit à celui qui avoit déjà occasionné le commencement de l'embrasement. De là résulte une augmentation de chaleur, qui dispose un plus grand nombre de particules du corps combustible à se combiner avec l'oxigène fourni par l'air qui se renouvelle ; car si ce renouvellement de l'air n'a pas lieu, la combustion cesse. Ce nouvel oxigène, en se combinant avec le corps combustible, abandonne pareillement son calorique, lequel, devenant libre, s'échappe avec les caractères qu'on lui connoît, c'est-à-dire, avec chaleur, lumière et flamme : et plus il y aura d'oxigène ainsi combiné et fixé dans un temps donné, plus aussi il y aura de calorique qui deviendra libre à-la-fois ; et plus par conséquent l'embrasement sera éclatant et rapide. Moyennant cette explication, il est aisé de concevoir pourquoi les progrès de l'inflammation se font toujours avec accroissement. Dans toute combustion il y a donc de

l'air pur décomposé, du calorique dégagé et devenu libre, et par conséquent de la chaleur produite. Voilà pourquoi j'ai dit plus haut que, dans toute combustion, il n'y a que l'air pur de détruit.

PROPAGATION DU SON. Moyen par lequel le *Son* se propage, par lequel le *Son* s'étend du corps sonore qui le produit, dans le lieu où il se fait entendre. (*Voyez* SON).

Le *Son* consiste dans les vibrations du corps sonore, lequel les transmet au fluide qui l'environne. Et comme l'air est ordinairement ce fluide environnant, l'air est donc le véhicule par lequel le *Son* se propage. Ce sont les vibrations que l'air a reçues du corps sonore, et qu'il vient transmettre aux différentes parties de notre oreille, qui nous font entendre les *Sons*. (*Voyez* OREILLE).

Mais l'air n'est pas le seul moyen dont la nature se sert pour *propager le son* : tous les corps élastiques sont capables de produire le même effet, avec plus ou moins d'énergie, suivant le degré d'activité de leur ressort.

Le *Son* emploie un temps très-sensible à se propager, à se transmettre du lieu où il naît dans le lieu où il se fait entendre. La lumière ou son action se propage, au contraire, dans un temps très-court; car, puisqu'elle ne met qu'environ 8 minutes à venir du soleil à nous, il faut qu'elle parcoure environ 72420 lieues par seconde de temps. On s'est servi de cette différence pour mesurer la vîtesse avec laquelle le son se propage. L'expérience en a été faite par l'académie *del Cimento*, et par *Flamsteed*, *Halley* et *Derham* : d'où ils ont conclu, par des termes moyens, la vîtesse du son de 180 toises (350 mètres) par seconde de temps. La même expérience a été répétée plusieurs fois et avec beaucoup de soins par *Thury*, *Maraldi* et *la Caille*, sur une ligne de 14636 toises (28516 mètres), qui avoit pour termes la tour de Mont-Lhéri et la pyramide de Montmartre. (*Voyez les Mém. de l'acad. des Sciences*, année 1738, *pag.* 128 *et suiv.*)

Les résultats de ces expériences sont, 1°. Que la vîtesse du son, par un temps calme, est de 173 toises (337 mètres) par seconde, et qu'elle est à-peu-près de la même quantité, lorsque le vent est dans une di-

rection perpendiculaire à celle de l'endroit où est produit le son et de celui où on l'entend.

2°. Que le son plus ou moins fort se transmet avec le même degré de vîtesse, puisqu'on a entendu de Mont-Lhéri le bruit d'une boîte, chargée seulement d'une demi-livre de poudre, tirée à Montmartre, dans le même temps après la lumière, que les coups de canon qui furent tirés successivement, et dont la charge étoit de près de six livres.

3°. Que la vîtesse du son est la même dans un temps serein que dans un temps pluvieux.

4°. Qu'elle est aussi de même le jour que la nuit.

5°. Que la vîtesse du son est égale dans les petits intervalles comme dans les grands, sans se ralentir, puisqu'en ajoutant ensemble le nombre des secondes que le son a employées à parvenir de Montmartre à l'Observatoire, de l'Observatoire à Lay, de Lay à Mont-Lhéri; et déduisant ce qui convient pour les détours, leur somme est à-peu-près égale au temps qu'il a employé immédiatement de Montmartre à Mont-Lhéri.

6°. Que la vîtesse du son est de la même quantité, soit que le canon soit dirigé vers l'endroit où on l'entend, soit que ce soit en sens contraire, puisque l'ayant tourné vers le nord, on l'a entendu, tant de l'Observatoire que de Mont-Lhéri, dans le même intervalle de temps après la lumière que lorsqu'il étoit dirigé vers le midi. Il en est de même dans les différentes inclinaisons, puisque le bruit des boîtes, dont la direction est perpendiculaire à l'horizon, s'est transmis dans le même intervalle de temps que celui des canons.

7°. Que la différente direction du vent contribue à accélérer ou retarder la vîtesse du son d'une quantité que nous avons jugée être à-peu-près la même que celle du vent qu'il faisoit alors : d'où il résulte que la vîtesse du son est de 173 toises (337 mètres), plus ou moins celle du vent, selon qu'il est dans une direction favorable ou contraire : on pourra, par ce moyen, connoissant la vîtesse et la direction du vent, calculer celle du son dans tous les temps, et réciproquement.

8°. Que la différente disposition du terrein par où le son se transmet, ne contribue pas à augmenter ou

diminuer sensiblement sa vîtesse : d'où il suit qu'il se communique en ligne droite, sans suivre les détours, comme quelques-uns l'avoient pensé.

En dernier lieu, que la différente pesanteur de l'air ne produit aucune différence sensible dans la vîtesse du son, puisque le 21 mars, le baromètre étant à la hauteur de 27 pouces 2 $\frac{1}{4}$ lignes (736 millimètres) pendant un temps calme, l'intervalle entre la lumière et le bruit du canon, tiré de Mont-Lhéri, fut trouvé à l'Observatoire de la même quantité que le 16 du même mois, que le baromètre étoit à la hauteur de 27 pouces 11 lignes (755 $\frac{1}{2}$ millimètres) par un vent transversal, qui, comme nous l'avons remarqué, n'augmente pas la vîtesse du son.

PROPORTION. *Terme de Mathémathiques.* Egalité de deux ou de plusieurs rapports. Lorsque quatre quantités sont telles que le rapport des deux premières est le même que le rapport des deux dernières, on dit que ces quatre quantités forment une *Proportion.* Et comme les rapports peuvent être ou arithmétiques, ou géométriques, on distingue deux sortes de *Proportions* caractérisées par ces épithètes.

On appelle *Proportion Arithmétique*, celle dans laquelle on compare les termes des rapports, relativement à leur différence, que l'on trouve par la soustraction, c'est-à-dire, en retranchant le plus petit du plus grand. Par exemple, les quatre quantités 4, 7, 13, 16 forment une *Proportion arithmétique*; parce que la différence des deux premières, qui est 3, est la même que celle des deux dernières. Pour marquer qu'elles sont en *Proportion arithmétique*, on les écrit ainsi, 4 . 7 :: 13 . 16, c'est-à-dire, qu'on sépare par un point les deux termes de chaque rapport, et les deux rapports par deux points. Et pour énoncer la *Proportion*, on dit, 4 est à 7, comme 13 est à 16.

On appelle *Proportion géométrique*, celle dans laquelle les rapports ont le même quotient, que l'on trouve par la division, c'est-à-dire, en divisant le plus grand terme par le plus petit. Par exemple, les quatre quantités 3, 9, 4, 12 forment une *Proportion géométrique*; parce que 3 est contenu dans 9, autant de fois que 4 est contenu dans 12, c'est-à-dire, 3 fois. Pour mar-

quer qu'elles sont en *Proportion géométrique*, on les écrit ainsi, 3 : 9 : : 4 : 12; c'est-à-dire, qu'on sépare les deux termes de chaque rapport par deux points, et les deux rapports par quatre points : et l'on énonce cette *Proportion* comme la *Proportion arithmétique.*

Le premier et le quatrième termes d'une *Proportion*, soit arithmétique, soit géométrique, se nomment les *Extrêmes*; le second et le troisième se nomment les *Moyens.*

On appelle *Proportion continue*, celle dans laquelle les deux termes moyens sont égaux. Par exemple, les quatre quantités 3 · 5 : 5 · 7 forment une *Proportion arithmétique continue*, que, pour abréger, l'on écrit ainsi ÷3 · 5 · 7; les deux points et la barre qui précédent, étant pour avertir que, dans l'énoncé, il faut répéter le terme moyen 5. Pareillement les quatre quantités 4 : 12 : : 12 : 36 forment une *Proportion géométrique continue*, que l'on écrit ainsi, ∺ 4 : 12 : 36; les quatre points et la barre servant aussi à avertir que, dans l'énoncé, il faut répéter le terme moyen 12.

Dans toute *Proportion* arithmétique, *la somme des extrêmes est égale à la somme des moyens.* Par exemple, dans cette *Proportion* 4 · 7 : 13 · 16, la somme 4 et 16 des extrêmes est égale à la somme 7 et 13 des moyens; toutes deux sont également 20. D'où il suit que dans la *Proportion continue*, puisque les deux termes moyens sont égaux, la somme des extrêmes est double du terme moyen, ou, ce qui est la même chose, le terme moyen est la moitié de la somme des extrêmes. Ainsi dans cette *Proportion* ÷3 · 5 · 7, la somme 3 et 7 des extrêmes est 10, double du terme moyen 5.

Dans toute *Proportion* géométrique, *le produit des extrêmes est égal au produit des moyens.* Par exemple, dans cette *Proportion* 3 : 9 : : 4 : 12, le produit de 12 multiplié par 3, est égal au produit de 9 multiplié par 4; tous deux sont également 36. D'où il suit que dans la *Proportion continue*, le produit des extrêmes est égal au quarré du terme moyen; car les deux moyens étant égaux, leur produit est le quarré de l'un des deux. Ainsi dans cette *Proportion* ∺ 4 : 12 : 36, le

produit de 36 multiplié par 4 est égal au quarré de 12; tous deux sont également 144.

PROPORTIONNEL. *Terme de Mathématiques.* Epithète que l'on donne à des quantités qui ont entr'elles une même raison, comme 3, 6, 12; car 3 est à 6 comme 6 est à 12, etc. (*Voyez* PROGRESSION).

PROPORTIONNELLES. (*Lignes*) (*Voyez* LIGNES PROPORTIONNELLES).

PROPORTIONNELS. (*Moyens*) (*Voyez* MOYENS PROPORTIONNELS).

PROPRIETÉ. On appelle ainsi ce que l'on remarque dans les substances matérielles d'uniforme et de constant, et dont on n'apperçoit pas les causes. Ces *Propriétés* sont comme autant de point fixes d'où l'on part pour rendre raison des phénomènes.

Il y a des propriétés qui appartiennent à tous les corps généralement et sans aucune distinction : telles sont l'*Etendue*, la *Divisibilité*, la *Figurabilité*, l'*Impénétrabilité*, la *Porosité*, la *Raréfactibilité* la *Condensabilité*, la *Compressibilité*, l'*Elasticité*, la *Dilatabilité*, la *Mobilité*, et l'*Inertie* : c'est pourquoi on les appelle *Propriétés générales* des corps. D'autres n'appartiennent qu'à certains corps exclusivement aux autres; ou même qu'à certains corps dans un certain état, et non pas dans un autre. Telle est la liquidité qui appartient à l'eau, et non pas à la glace, quoique ce soit le même corps.

PROPRIÉTÉS DES MÉTAUX. Les métaux et mêmes les demi-métaux ont des *Propriétés* qui leur sont particulières : ils en ont aussi qui leur sont communes avec d'autres substances. Pour qu'on puisse s'en instruire d'un coup-d'œil, je place ici des tableaux de chacune de ces propriétés en ordre décroissant, c'est-à-dire, que les métaux qui sont nommés les premiers ont ces *Propriétés* dans le degré le plus éminent; et les suivans dans un degré toujours moindre.

Ductilité des métaux et demi-métaux.	*Fixité au feu.*
Or.	Or.
Platine.	Platine.
Argent.	Argent.
Fer.	Cuivre.
Etain.	Fer.
Cuivre.	Plomb.
Plomb.	Etain.
Nickel.	
Zinc.	
Tungstène.	
Bismuth.	
Cobalt.	
Antimoine.	
Manganèse.	

Fusibilité des métaux et demi-métaux.

Le degré de chaleur nécessaire pour opérer la fusion des substances métalliques qui en exigent un fort degré, a été mesuré par le pyromètre de *Wedgwood* à pièce d'argile, dont le zéro répond à $478^{d.},66$ au-dessus du zéro du thermomètre de mercure, divisé en 80 degrés depuis la température de la glace fondante jusqu'à celle de l'eau bouillante; et dont chaque degré équivaut, à $57^{d.},778$ de ce même thermomètre de mercure. Ainsi les 130 degrés du pyromètre qui marquent le degré de chaleur auquel le fer coule, équivalent à $7989^{d.},66$ au-dessus du zéro du thermomètre de mercure. Les degrés de chaleur nécessaires pour faire couler les différens métaux et demi-métaux qui sont ici indiqués, sont donc ceux que marqueroit le thermomètre de mercure, s'il avoit assez d'étendue pour cela.

Je n'indique point les degrés nécessaires pour faire couler l'arsenic, le tungstène, le molybdène et le titane : ces quatre-là n'ont pas été éprouvés. On sait

seulement que le tungstène et le molybdène demandent, pour fondre, un degré de chaleur plus fort que celui qu'exige le manganèse.

Degrés du pyromètre.		*Degrés du thermomètre.*	
	Mercure....	32[d].	au-dessous de zéro.
	Etain.....	168	au-dessus de zéro.
	Bismuth....	205	
	Plomb.....	250	
	Zinc.....	296	
	Antimoiue..	345	
28...	Argent.....	2096,444	
32...	Or.....	2327,556	
37...	Cuivre.....	2616	ou à-peu-près.
130...	Nickel.....	7989	ou à-peu-près.
130...	Cobalt.....	7989	ou à-peu-près.
130...	Fer.....	7989,800	
160...	Manganèse.	9723,140	
174,5	Platine.....	10560,921	commencent la fusion.

Dureté

Des métaux.	*Des demi-métaux.*
Fer.	Manganèse.
Platine.	Nickel.
Cuivre.	Bismuth.
Argent.	Tungstène.
Or.	Zinc.
Etain.	Cobalt.
Plomb.	Antimoine.
	Arsenic.

Ténacité.

C'est la difficulté que les métaux opposent aux efforts qui tendent à les rompre. La *Ténacité* du plomb étant estimée 1, les nombres suivans désignent com-

bien de fois celle des autres métaux égalent celle du plomb.

Fer	26,447
Cuivre	14,555
Platine	13,209
Argent	9,011
Or	7,226
Etain	1,667
Plomb	1,000

Elasticité.

Fer.
Cuivre.
Platine.
Argent.
Or.
Etain.
Plomb.

Propriété sonore.

Cuivre.
Argent.
Fer.
Etain.
Platine.
Or.
Plomb.

Pesanteur des métaux et demi-métaux simplement fondus, comparée à celle de l'eau distillée que l'on suppose être 10000.

Platine purifié	195000
Or	19258 1
Mercure	13568 1
Plomb	11352 3
Argent	10474 3

Bismuth	98227
Cobalt	78119
Nickel	78070
Cuivre	77880
Etain	72914
Fer de fonte	72070
Zinc	71908
Manganèse	68500
Antimoine	67021
Tungstène	66785
Molybdène	60000
Arsenic	57633

Oxidabilité des métaux et demi-métaux.

Oxidabilité ne signifie point la quantité d'oxigène dont les métaux peuvent se charger; mais ce mot exprime la facilité avec laquelle ils s'oxident. Les cinq premiers s'oxident, à très-peu-près, avec une égale facilité.

Fer.
Nickel.
Cobalt.
Zinc.
Manganèse.
Plomb.
Etain.
Cuivre.
Bismuth.
Antimoine.
Arsenic.
Mercure.
Argent.
Or.
Platine

Accroissement de poids par l'oxidation.

Cet *Accroissement de poids* indique la quantité d'oxigène dont chaque métal ou demi-métal peut se

charger ; car cet *Accroissement* vient du poids de l'oxigène ajouté à celui du métal.

Fer	0,70
Manganèse	0,68
Zinc	0,61
Cuivre	0,58
Cobalt	0,40
Antimoine	0,38
Etain	0,30
Nickel	0,28
Bismuth	0,25
Plomb	0,16
Argent	0,12
Or	0,10
Mercure	0,08

Affinité aveo les acides des métaux et demi-métaux.

Zinc.
Fer.
Manganèse.
Cobalt.
Nickel.
Plomb.
Etain.
Cuivre.
Bismuth.
Antimoine.
Arsenic.
Mercure.
Argent.
Or.
Platine.

Adhésion au mercure des métaux et demi-métaux.

Les métaux adhérent au mercure plus fortement les uns que les autres. L'adhésion du cobalt au mer-

cure étant estimée 1, les nombres suivans désignent combien de fois celles des autres métaux égalent celle du cobalt.

Or	55,750
Argent	53,125
Etain	52,250
Plomb	49,625
Bismuth	46,500
Platine	35,250
Zinc	25,500
Cuivre	17,750
Antimoine	15,750
Fer	14,375
Cobalt	1,000

PRUNELLE *ou* PUPILLE. Les anatomistes ont donné ce nom à un trou rond *A* (*Pl. XLVI, fig.* 1.) dont l'*Uvée* est percée en devant. Ce trou est bordé d'un cercle peint de différentes couleurs, et pour cela nommé *Iris*. La *Prunelle* peut se dilater par l'action des fibres longitudinales, ou se resserrer par la contraction des fibres circulaires, qui se remarquent à la face postérieure de l'*Iris*. La *Prunelle A* établit la communication d'une des parties de la chambre antérieure de l'œil avec l'autre partie (*Voyez* ŒIL); mais le principal usage de la *Prunelle A* est de fournir un passage aux rayons de lumière, qui, partant de chaque point éclairé d'un objet, vont peindre l'image de cet objet sur la *rétine L L L*. Et comme ces rayons de lumière, partis des extrémités d'un objet, n'arrivent à la *rétine L L L* qu'après s'être croisés dans la *Prunelle A*, l'image de cet objet est peinte sur la *rétine* dans une situation renversée. (*Voyez le Mécanisme par lequel cela s'exécute, à l'article* ŒIL).

PRUSSIATES. Sels formés par la combinaison de l'acide prussique ou matière colorante du bleu de Prusse avec différentes bases. (*Voyez* ACIDE PRUSSIQUE). Ce genre de sels n'étoit pas connu avant les nouvelles découvertes.

PSYCHROMÈTRE. Instrument servant à mesurer

le degré de froid ; on l'appelle ordinairement *Thermomètre*. (*Voyez* THERMOMÈTRE).

PUISSANCE. Force capable de soutenir ou de vaincre un effort quelconque. Lorsqu'un corps en comprime ou en pousse un autre, et tend à le mettre en mouvement, on l'appelle *Puissance*. Dans les machines, on appelle *Puissance*, une ou plusieurs forces qui concourent à vaincre un obstacle ou à soutenir son effort. Ces forces sont ordinairement les efforts des hommes, des chevaux, des poids, etc.

Si la *Puissance* est un homme ou un animal, on l'appelle *Puissance animale*.

Si c'est l'air, l'eau, le feu, la pesanteur, l'élasticité ou le ressort, on la nomme *Puissance inanimée*.

On doit estimer la valeur d'une *Puissance*, suivant la nature et la durée du travail. Ainsi, quand on emploie dans une machine l'effort d'un homme ou d'un animal, quoiqu'un homme puisse soutenir, pendant quelques instans, un fardeau de 100 kiliogrammes, et un cheval 3 ou 400, quand il s'agit de faire travailler l'un ou l'autre de suite, il ne faut compter que sur un effort de 12 à 15 kiliogrammes de la part de l'homme, et sur un d'environ 200 kiliogrammes de la part du cheval. Si la *Puissance* qu'on emploie est, par exemple, un ressort, son effort diminue à mesure qu'il se déploie : il faut donc faire en sorte que, dans son moment le plus foible, sa force excède encore la résistance qu'on veut lui faire vaincre.

Il est à propos de remarquer que les *Puissances* ou forces qui meuvent les corps, ne peuvent agir les unes sur les autres que par l'entremise des corps mêmes qu'elles tendent à mouvoir ; d'où il s'ensuit que l'action mutuelle de ces *Puissances* n'est autre chose que l'action même des corps animés par les vîtesses qu'elles leur donnent, ou qu'elles tendent à leur donner. On ne doit donc entendre par l'action des *Puissances*, et même par le terme de *Puissance*, dont on se sert communément en mécanique, que le produit d'un corps par sa vîtesse ou par sa force accélératrice. De cette définition et des loix de l'équilibre et du mouvement des corps, on conclut aisément que deux *Puissances* égales et directement opposées

opposées se font équilibre ; que deux *Puissances* qui agissent en même sens, produisent un effet égal à la somme des effets de chacune ; que si trois *Puissances*, agissant sur un point commun, sont en équilibre entr'elles, et qu'on fasse sur les directions de ces *Puissances* un parallélogramme, la diagonale de ce parallélogramme sera dans la direction prolongée de la troisième *Puissance*, et que les rapports de ces trois *Puissances* seront ceux de la diagonale aux côtés, etc. et plusieurs autres théorêmes semblables qui ne sont pas toujours démontrés dans la pratique avec toute la précision possible, parce qu'on y donne communément une notion un peu confuse du mot de *Puissance*. *Voyez* dans les *Mém. de l'Acad. de Pétersbourg, Tome I*, un écrit de Daniel Bernoulli, intitulé : *Examen principiorum Mechanicæ*.

PUISSANCES MÉCANIQUES. Nom que l'on donne assez ordinairement aux six machines que plusieurs mécaniciens regardent comme simples ; savoir, le levier, le plan incliné, la vis, le treuil, le coin et la poulie. (*Voyez* LEVIER, PLAN INCLINÉ, VIS, TREUIL, COIN *et* POULIE).

PULSION. Terme dont *Newton* s'est servi pour désigner la propagation du mouvement dans un milieu fluide et élastique, comme l'air. Ce célèbre auteur a démontré dans la *Proposition* 47, *Liv. II.* de ses *Principes*, que les *Pulsions* qui se font dans un fluide élastique, sont telles que les petites particules du fluide vont et viennent alternativement en sens contraires, en faisant de fort petites vibrations, et qu'elles accélèrent et ralentissent leur mouvement, suivant la même loi qu'un pendule qui oscille ; que la vitesse des *Pulsions* est en raison composée de la soudoublée directe de la force élastique du milieu, et de la soudoublée inverse de la densité. Par le moyen de cette proposition, il enseigne à déterminer la vitesse des *Pulsions* dans un milieu, dont la force élastique est donnée aussi bien que la densité.

Jean Bernoulli le fils, docteur en droit dans l'Université de Basle, a traité la même matière dans son discours sur la propagation de la lumière, qui a rem-

porté le prix de l'Académie des Sciences de Paris en 1736; il y donne les mêmes formules que *Newton*, et il est à remarquer que, par le moyen de ces formules, on découvre assez exactement la vitesse du son, telle que l'expérience nous l'a fait connoître; mais ces formules ne sont pas encore sans difficulté, par rapport à la méthode dont l'auteur s'est servi pour y parvenir, comme *d'Alembert* l'a fait voir dans son *Traité des Fluides*, Paris, 1744, *pag.* 181.

PULVÉRISATION. Opération par laquelle on réduit un corps dur en poudre, soit en le broyant dans un mortier, soit en l'écrasant de quelque façon que ce soit. Il y a des corps qui, quoique durs, ne peuvent être réduits en poudre de cette façon : tels sont, par exemple, les métaux : il faut alors avoir recours à d'autres procédés. Ainsi, pour réduire l'or en poudre, il faut premièrement l'amalgamer avec du mercure (*Voy.* AMALGAME) : ensuite on met cet amalgame dans un creuset, qu'on place sur un petit feu. Le mercure s'évapore, et laisse l'or en poudre impalpable au fond du creuset.

Lorsqu'on veut pulvériser de l'étain, il faut en faire fondre une certaine quantité dans un creuset placé sur le feu. Ensuite on jette cet étain fondu dans une boîte de bois ronde, que l'on a eu soin de frotter auparavant en-dedans de tous côtés avec un morceau de craie. On couvre cette boîte, et on l'agite aussitôt, jusqu'à ce que l'étain soit refroidi. Ce mouvement réduit l'étain en poudre grise, parce que la poussière de craie, qui se place entre chaque petite parcelle de l'étain, les empêche de se réunir. On peut pulvériser le plomb de la même manière. On se sert d'une boîte ronde, parce qu'elle est plus propre pour remuer : il faut qu'elle ait le moins de fentes qu'il se pourra, et n'y mettre que peu d'étain à chaque fois, afin que, par l'agitation, les petites parcelles puissent se séparer et se réduire en poudre plus aisément. L'étain, ainsi réduit en poudre, se mêle facilement avec les sels, ou avec les autres matières avec lesquelles on veut l'éprouver.

PUPILLE. C'est la même chose que la *Prunelle*. (*Voyez* PRUNELLE).

PUR. Epithète que l'on donne à ce qui n'est point altéré par le mèlange de quelque matière étrangère et hétérogène. De l'eau, par exemple, lorsqu'elle n'est mêlée d'aucune substance étrangère, est appelée de l'eau *Pure*.

PUR. (*Air*) (*Voyez* AIR PUR).

PURIFICATION. Opération par laquelle on sépare d'une substance les matières hétérogènes qui y sont mélangées.

Il y a bien des cas en physique où l'on a besoin, pour avoir une expérience concluante, d'opérer sur des matières pures, et dépouillées de toutes substances étrangères. Comme il n'est pas toujours possible de se les procurer dans cet état d'homogénéité, il est bon que le physicien sache les y amener. On y parvient par la *Purification*. En voici plusieurs procédés des plus intéressans, tirés du *Cours de Chymie* de l'*Emery*, corrigé et augmenté par *Baron*.

Si vous voulez avoir de l'or bien pur, et en séparer les autres métaux qui peuvent y être mélangés, mettez rougir dans un creuset, à grand feu, telle quantité d'or qu'il vous plaira; et lorsqu'il commencera à prendre la fusion, jetez-y quatre fois autant d'antimoine en poudre, l'or se mettra aussitôt en fusion : continuez un grand feu jusqu'à ce que la matière jette des étincelles; retirez alors votre creuset du feu, et le secouez, afin que le régule descende au fond : cassez-le quand il sera froid, et séparez le régule des scories qui seront dessus. Si vous voulez conserver votre creuset, il faut renverser la matière fondue dans un mortier de fer fait en culot, lequel vous aurez auparavant un peu chauffé et graissé de suif, puis frapper avec des pincettes autour du mortier, jusqu'à ce que la matière soit en masse. Laissez un peu refroidir cette masse; puis l'ayant renversée, séparez avec le marteau le régule d'or d'avec les scories : pesez ce régule; faites le fondre à grand feu dans un creuset, et lorsqu'il sera en fusion, jetez dedans, peu-à-peu, trois fois autant pesant de salpêtre. Continuez un feu très-violent, afin que la matière demeure en fusion; et lorsque les fumées étant cessées, elle paroîtra claire et nette, jetez-la dans votre mortier

de fer chauffé et graissé, comme nous avons dit ci-dessus ; ou bien laissez-la dans le creuset, que vous secouerez pendant qu'il refroidira, afin que le régule se sépare des scories, qui demeureront dessus ; et votre régule d'or sera très-pur. *Cours de Chymie de l'Emery*, *pag.* 59.

L'or se purifie encore par la coupelle, comme nous le dirons de l'argent. On le purifie aussi par la cémentation ; mais ces deux procédés ne sont pas si sûrs que la *Purification* par l'antimoine : car il n'y a que l'or qui soit assez solide pour résister à ce dévorant : à l'égard du reste, ce qu'il y a de plus volatil s'étant uni avec l'antimoine, une partie s'exhale en fumée, et l'autre partie, qui est plus fixe, demeure en scories. Après quoi le salpêtre, avec lequel on fait refondre le régule d'or, absorbe tout l'antimoine qui pourroit être resté : et de cette manière on a un régule autant purifié qu'il le peut être.

Si vous voulez purifier l'argent et en séparer les autres métaux avec lesquels il est mêlé, cette opération se fait par la coupelle de la manière suivante. Prenez une coupelle faite avec des cendres d'os ou de corne, ou des cendres de bois exactement dépouillées de tout leur sel par des lessives réitérées : faites chauffer la moufle peu-à-peu entre les charbons, jusqu'à ce qu'elle soit rouge : mettez-y la coupelle, dans laquelle vous aurez mis quatre ou cinq fois autant de plomb que vous aurez d'argent à purifier; laissez fondre ce plomb, afin qu'il remplisse les pores de la coupelle, ce qui se fait en peu de temps ; puis jetez votre argent au milieu, après l'avoir réduit en lames très-minces ou en grenailles, et il se fondra aussitôt. Mettez du bois autour de la coupelle, et soufflez, afin que la flamme réverbère sur la matière ; les impuretés se mêleront avec le plomb, et l'argent demeurera pur et net au milieu de la coupelle. *Cours de Chymie de l'Emery*, *pag.* 75.

Pour purifier le mercure, il faut le révivifier du cinabre ; ce qui se fait de la manière suivante. Prenez une livre de cinabre, pulvérisez-le et le mêlez exactement avec trois livres de chaux vive aussi en poudre : mettez le mêlange dans une cornue de grès ou de verre lutée, de laquelle le tiers pour le moins demeure vide :

placez-la au fourneau de réverbère, et après y avoir adapté un récipient rempli d'eau, laissez le tout en repos pendant 24 heures au moins; puis donnez le feu par degrés, et sur la fin augmentez-le très-fort; le mercure coulera goutte à goutte dans le récipient : continuez le feu jusqu'à ce qu'il ne sorte plus rien. L'opération est d'ordinaire achevée en six ou sept heures. Jetez l'eau du récipient; et ayant lavé le mercure pour le nettoyer de quelque petite quantité de terre qu'il peut avoir entraînée, faites-le sécher avec des linges ou avec de la mie de pain, et le gardez. On peut encore faire la révivification du cinabre, en le mêlant avec parties égales de limaille de fer, et y procédant comme nous avons dit. Quand le mercure est ainsi révivifié, on doit être assuré de sa pureté. *Cours de Chymie de l'Emery*, *pag.* 184.

Pour purifier le sel marin, on le fait fondre dans de l'eau; on filtre par un papier gris la dissolution; puis on en fait évaporer l'humidité : il reste un sel fort blanc; mais il sera encore plus pur, si au lieu de faire évaporer toute l'humidité, on en laisse une partie pour le faire crystalliser dans un lieu frais; car on trouvera, au fond du vaisseau, le plus net du sel, qu'on pourra séparer de l'humidité et le faire sécher. *Cours de Chymie de l'Emery*, *page* 437.

Pour purifier le salpêtre et le dépouiller de toutes les substances étrangères avec lesquelles il se trouve mêlé, faites fondre dix ou douze livres (5 ou 6 kiliogrammes) de salpêtre dans une quantité suffisante d'eau; laissez reposer la dissolution, et la filtrez; puis la faites évaporer dans un vaisseau de verre ou de terre, jusqu'à diminution de la moitié, ou jusqu'à ce qu'il commence à paroître une petite pellicule dessus : transportez alors votre vaisseau dans un lieu frais, l'agitant le moins que vous pourrez, et l'y laissez jusqu'au lendemain : vous trouverez des crystaux qu'il faut séparer d'avec la liqueur : faites évaporer de rechef cette liqueur jusqu'à pellicule, et remettez le vaisseau dans un lieu frais, il se fera de nouveaux crystaux : réitérez les évaporations et crystallisations, jusqu'à ce que vous ayez retiré tout votre salpêtre.

Remarquez que les premiers crystaux que vous aurez, seront le salpêtre le plus raffiné; et que, dans les dernières crystallisations, vous aurez un sel tout-à-fait semblable au sel marin ou au sel gemme, qu'il faut séparer du reste. *Cours de Chymie de l'Emery, page* 454.

Si l'on veut purifier le muriate d'ammoniaque, il faut le dissoudre dans une quantité suffisante d'eau, filtrer la dissolution, et la faire évaporer jusqu'à siccité dans un vaisseau de verre : on aura un beau sel blanc. *Cours de Chymie de l'Emery, page* 487.

On peut purifier l'alun par le même procédé. *Cours de Chymie de l'Emery, page* 551.

PUTRÉFACTION. Sorte de fermentation, et la dernière à laquelle les corps soient sujets. La *Putréfaction* est le dernier degré de la fermentation : on peut la regarder, avec raison, comme l'extrême dissolution des corps qui se corrompent. Il y a des substances qui sont sujettes aux trois espèces de fermentation ; le vin, par exemple, pour être devenu vin, est passé à la fermentation spiritueuse; il peut ensuite passer à la fermentation acide, et enfin à la fermentation putride ou à la *Putréfaction.* (*Voyez* FERMENTATION).

Les corps qui passent à la *Putréfaction*, fournissent une grande quantité de substances gaseuses. (*Voy.* GAS). Ils ne pourissent qu'en se combinant avec l'oxigène, base de l'air pur.

PYRAMIDAL. Epithète que l'on donne à tout ce qui a la forme d'une pyramide. (*Voyez* PYRAMIDE).

PYRAMIDE. Solide compris sous plusieurs plans, dont l'un, qu'on appelle la *base*, est un polygone quelconque, et dont les autres sont tous des triangles, qui ont pour bases les côtés de ce polygone, et ont tous leurs sommets réunis en un même point, qu'on appelle le *sommet* de la *Pyramide.* Ainsi le solide *ABCDEF* (*Pl. III, fig.* 9.) est une *Pyramide*, parce que sa base *BCDEF* est un polygone, et que son contour est renfermé en autant de triangles *ABC, ACD, ADE, AEF, AFB*, que sa base a

de côtés, lesquels triangles ont tous leurs sommets réunis au point *A*, sommet de la *Pyramide*.

La perpendiculaire *AM* menée du sommet de la *Pyramide* sur le plan qui sert de base, s'appelle la hauteur de la *Pyramide*.

Les *Pyramides* se distinguent par le nombre des côtés de leurs bases; en sorte que celle dont la base a trois côtés, c'est-à-dire, dont la base est un triangle *BCD* (*Pl. III, fig.* 7.) est appelée *Pyramide triangulaire* : celle dont la base est un quadrilatère, ou dont la base a quatre côtés *BCDE* (*Pl. III, fig.* 8.), se nomme *Pyramide quadrangulaire* : celle dont la base a cinq côtés, ou est un pentagone *BCDEF* (*Pl. III, fig.* 9), s'appelle *Pyramide pentagone*, et ainsi de suite.

Lorsque le polygone qui sert de base à la *Pyramide* est régulier, c'est-à-dire, lorsque tous ses côtés sont égaux, et qu'en même temps la perpendiculaire *AM*, menée du sommet de la *Pyramide* sur sa base, passe par le centre de ce polygone, la *Pyramide* est appelée *régulière* : alors tous les triangles qui forment son contour sont égaux et isoscèles. Dans tous les autres cas, la *Pyramide* est *irrégulière*.

Pour trouver la surface d'une *Pyramide* quelconque, non comprise celle de la base, il faut chercher séparément les surfaces de chacun des triangles qui la composent, en multipliant la base de chacun de ces triangles par la moitié de leur hauteur, et additionner ensemble les sommes de toutes ces surfaces : le produit de cette addition donnera la surface cherchée; mais si la *Pyramide* est *régulière* (*fig.* 9), on peut avoir sa surface plus brièvement, en multipliant le contour de sa base *BCDEFB* par la moitié de la hauteur *AG* d'un de ces triangles.

Pour avoir la surface d'une *Pyramide tronquée*, non comprises celles de ses bases, qu'on suppose parallèles, il faut chercher d'abord la surface de la *Pyramide* entière de la manière que nous venons d'indiquer : ensuite on calcule de même la surface de la partie supérieure qui a été emportée, et on la soustrait de

la surface trouvée de la *Pyramide* entière ; le reste donne la surface de la *Pyramide tronquée.*

Pour avoir la solidité d'une *Pyramide* quelconque (*fig.* 8 *et* 9), il faut évaluer sa base *BCDEF* (*fig.* 9.) ou *BCDE* (*fig.* 8.) en mesures quarrées, par exemple, en pouces ou en pieds quarrés, et sa hauteur *AM* (*fig.* 8 *et* 9.) en parties égales au côté du quarré qu'on prend pour mesure ; ensuite multiplier le nombre des mesures quarrées qu'on aura trouvées dans la base, par le tiers du nombre des mesures linéaires de la hauteur ; le produit donnera la solidité de la *Pyramide.* Ainsi la solidité d'une *Pyramide* quelconque, régulière ou irrégulière, droite (*fig.* 9.) ou oblique (*fig.* 8), est égale au produit de la surface de sa base multipliée par le tiers de la hauteur de cette *Pyramide.*

Et puisque la solidité d'un prisme ou d'un cylindre est égale au produit de la surface de sa base multipliée par sa hauteur entière (*Voyez* PRISME), donc une *Pyramide* quelconque est le tiers d'un prisme ou d'un cylindre de même base et de même hauteur qu'elle ; d'où il suit que deux *Pyramides* quelconques, ou une *Pyramide* et un cône sont entr'eux comme leurs hauteurs, lorsque leurs bases sont égales.

Pour avoir la solidité d'une *Pyramide tronquée*, dont les bases opposées sont parallèles, il faut chercher d'abord la solidité de la *Pyramide* entière de la manière que nous venons d'indiquer : ensuite on calcule de même la solidité de la partie supérieure qui a été emportée, c'est-à-dire, de la *Pyramide* retranchée, et on la soustrait de la solidité trouvée de la *Pyramide* entière ; le reste donne la solidité de la *Pyramide tronquée.*

Les solidités des *Pyramides* semblables sont entr'elles comme les cubes des hauteurs de ces *Pyramides*, ou, en général, comme les cubes des lignes homologues de ces *Pyramides.*

PYRAMIDE DE LUMIÈRE. Jet de lumière composé de rayons divergens, qui, partant d'un point d'un objet éclairant ou éclairé, forme une *Pyramide*, dont le sommet est à l'objet, et la base sur le plan qui la

reçoit ou sur l'œil. Telle est la *Pyramide de lumière AB* (*Pl. XXXV*, *fig.* 1.) dont le sommet est à l'objet *A*; et dont la base s'appuie sur l'œil *O*. C'est par le moyen de ces *Pyramides de lumière* que nous appercevons chaque point d'un objet : pour cela, il faut que les rayons qui les composent, arrivent à notre œil avec un certain degré de divergence : si, par une cause quelconque, ils ont perdu cette divergence, ou l'on ne voit point du tout l'objet, ou du moins on ne le voit que confusément. (*Voyez* Optique *et* Vision).

PYRO-LIGNITES. Sels formés par la combinaison de l'acide pyro-ligneux avec différentes bases. (*Voyez* Acide Pyro-ligneux). Ce genre de sels n'étoit point connu avant les nouvelles découvertes.

PYRO-MUCITES. Sels formés par la combinaison de l'acide pyro-mucique avec différentes bases. (*Voyez* Acide Pyro-mucique). Ce genre de sels n'étoit point connu avant les nouvelles découvertes.

PYRO-TARTRITES. Sels formés par la combinaison de l'acide pyro-tartareux avec différentes bases. (*Voyez* Acide Pyro-tartareux) Ce genre de sels n'étoit pas non plus connu avant les nouvelles découvertes.

PYROMÈTRE. Instrument destiné à mesurer l'action du feu sur les corps solides.

Le *Pyromètre* a été inventé par *Musschenbroëck*, qui en a fait usage pour mesurer la dilatation des corps par l'action du feu. Il l'a construit de poulies menées par des cordes; ce qui donnoit aux pièces beaucoup de jeu; et ce qui doit faire soupçonner peu d'exactitude dans les résultats de ses expériences. (*Voyez* ses commentaires sur les expériences de l'*Académie del Cimento*, imprimées à Leyde en 1731, *in*-4°.) *Desaguilliers* en a construit un avec des roues dentées, qui étoit susceptible de plus de précision. (*Voyez* son *Cours de Physique expérimentale*.). Enfin l'*abbé Nollet* l'a perfectionné, en le composant de leviers. (*Voyez* ses *Leçons de Physique*, *tome IV*, *pag.* 353). Le sien (*Pl. XXXI*, *fig.* 11) est composé premièrement d'une lampe à l'esprit de vin *Dd*, garnie de quatre petites mèches de coton, semblables entr'elles pour la grosseur et pour la lon-

gueur. Secondement de plusieurs leviers renfermés dans une boite cylindrique de verre EF, et qui se correspondent de manière que, recevant le mouvement de la pièce G, ils le transmettent, par le moyen d'une portion de roue dentée ou *rateau* et par un pignon, à une aiguille Hh qui parcourt horizontalement un cercle divisé en 200 parties égales. Les bras de ces leviers et le rayon du rateau avec le pignon qu'il mène, sont tellement proportionnés, que la pièce G, avançant d'un quart de ligne ($\frac{25371}{100000}$ de millimètre) fait faire à l'aiguille Hh un tour entier; et comme la circonférence du cercle qu'elle parcourt, a 200 degrés, dont chacun est assez grand pour être divisé en deux par le coup-d'œil d'un observateur un peu attentif, il est évident que la pièce G ne peut pas s'avancer de la seizecentième partie d'une ligne ($\frac{1409371}{1000000000}$ de millimètre, ou $\frac{1}{710}$ de millimètre), qu'on ne s'en apperçoive par le mouvement de l'aiguille.

Un tiroir pratiqué dans le pied de l'instrument, contient des cylindres de différens métaux, tous égaux en longueur, et dont on a rendu la grosseur égale, en les faisant passer par la même filière: chacun est terminé d'un côté par une vis qui s'ajuste à la pièce G, tandis que l'autre bout est arrêté et soutenu par le pilier I, comme on le peut voir dans la *figure*.

En plaçant ainsi successivement les différens cylindres, et allumant toutes les mèches à-la-fois, on compte, par le moyen d'une pendule à secondes, combien l'aiguille parcourt de degrés pour chacun dans un temps donné. En les chauffant tous successivement pendant des temps égaux, on peut donc connoître quel est le métal qui se dilate le plus par un degré de chaleur déterminé, et d'une durée donnée.

On voit bien que le cylindre de métal, étant fixe au pilier I, ne peut pas s'étendre de ce côté-là; toute sa dilatation se porte donc nécessairement vers l'autre extrémité, qui aboutit à la pièce G, laquelle met en mouvement les leviers, ainsi que l'aiguille Hh; et l'on juge de la quantité de la dilatation, par le chemin que parcourt cette aiguille sur le cercle divisé.

PYROPHORE. On nomme ainsi un composé fait par

art, et qui s'embrase de lui-même, lorsqu'il est exposé à un air humide ou chargé de vapeurs.

C'est *Homberg* qui a découvert le *Pyrophore*, en travaillant la matière fécale. Voici la manière de le faire, ainsi que les raisons de son inflammation, données par lui-même dans les *Mémoires de l'Académie, année* 1711, *pag.* 239 *et suiv.*

Prenez, dit-il, quatre onces (122 $\frac{7}{24}$ grammes) de matière fécale nouvellement faite (la chair, le sang, le miel, la farine, et tout ce qui peut fournir une huile fétide, peut y être substitué) : mêlez-y autant pesant d'alun de roche grossièrement pilé; mettez le tout dans une petite poële de fer, qui tienne environ une pinte d'eau, sous une cheminée, sur un petit feu de charbons; le mêlange se fondra et deviendra aussi liquide que de l'eau; laissez-le bouillir à petit feu, en le remuant toujours avec une spatule de fer; continuez ce feu jusqu'à ce que la matière se sèche; elle deviendra à la fin difficile à remuer : il faut continuer de la rôtir dans la poële, en la remuant toujours, et en l'écrasant continuellement en petites miettes, et en ratissant avec la spatule tout ce qui s'attache au fond et aux côtés de la poële, jusqu'à ce qu'elle soit parfaitement sèche : il faut de temps en temps ôter la poële du feu, afin qu'elle ne rougisse pas, et remuer même hors du feu la matière, afin qu'elle ne s'attache pas en trop grande quantité à la poële : quand donc la matière est devenue parfaitement sèche, et en petits grumeaux, il faut la laisser refroidir, et la piler menue dans un mortier de métal; après quoi il la faut remettre dans la poële sur le feu, et la remuer toujours; elle se relumectera un peu, et se remettra en grumeaux, qu'il faut continuer de rôtir et de les écraser jusqu'à ce qu'ils soient parfaitement secs, les laisser refroidir et les piler en poudre menue. Il faut remettre cette poudre pour la troisième fois dans la poële sur le feu, la rôtir et la sécher parfaitement; après quoi il la faut rebroyer en poudre fort menue, et la garder dans un papier, en un lieu sec. Voilà la première opération, ou l'opération préparatoire.

Prenez de cette poudre deux ou trois gros (environ

10 grammes), mettez-la dans un petit matras, dont la panse contienne une once ou une once et demie (environ 40 grammes) d'eau, et qui ait le col de six à sept pouces (16 à 18 centimètres) de long : faites en sorte que la poudre n'occupe qu'environ le tiers du matras; bouchez le col du matras fort légèrement d'un bouchon de papier; puis prenez un creuset de la hauteur de quatre ou de cinq doigts; mettez dans le fond de ce creuset trois ou quatre cuillerées de sable; placez ce matras sur ce sable, au milieu du creuset, c'est-à-dire, qu'il n'en touche pas les parois : remplissez ensuite le creuset de sable, afin que toute la panse du matras soit enterrée dans le sable, après quoi vous placerez ce creuset avec le matras au milieu d'un petit fourneau de terre, qu'on appelle ordinairement une huguenotte, qui ait l'ouverture en haut de huit ou dix pouces (environ 26 centimètres), et la profondeur jusqu'à la grille de six pouces (16 centimètres); mettez tout autour du creuset des charbons allumés jusques au milieu de la hauteur du creuset pendant une demi-heure, puis remettez encore du charbon jusques au bord du creuset; entretenez ce même feu pendant encore une bonne demi-heure, ou jusqu'à ce que vous voyiez que le dedans du matras commence à être rouge; alors vous augmenterez le feu ou les charbons par-dessus les bords du creuset; vous entretiendrez ce grand feu pendant une bonne heure, après quoi vous le laisserez éteindre.

Dans le commencement de cette dernière opération, il sortira des fumées épaisses par le gouleau du matras, au travers de son bouchon de papier : ces fumées viennent quelquefois en si grande abondance, qu'elles jettent le bouchon à bas, qu'il faudra remettre et ralentir le feu : ces fumées cessent, quand le dedans du matras commence à rougir; c'est pour lors qu'on peut augmenter le feu sans craindre de gâter l'opération.

Quand le creuset est assez froid, pour qu'on le puisse retirer du fourneau avec la main sans se brûler, il faut lever le matras du sable jusques au milieu de sa panse, et le laisser accoutumer au froid pendant un demi-quart-d'heure environ, puis le tirer tout-à-fait, et le laisser

reposer un moment sur son sable; mais si on n'est pas pressé, ou si on fait cette opération en hiver, on fera mieux de laisser refroidir tout-à-fait le matras dans le creuset avant que de l'en ôter; il est bon aussi de mettre en même temps un bouchon de liège à la place du bouchon de papier au gouleau du matras, pour éviter, autant qu'il est possible, l'entrée de l'air dans le matras.

Si la matière qui est au fond du matras se met en poudre en le remuant, c'est une marque que l'on a bien opéré; si elle est en un gâteau qui ne se brise pas en poudre en secouant le matras, c'est une marque que l'on n'a pas assez rôti et séché la poudre dans la poële de fer pendant l'opération préparatoire.

Les opérations étant bien faites, c'est-à-dire, que la matière est en poudre dans le matras, on en versera un peu de la grosseur environ d'un petit pois sur un morceau de papier, et l'on rebouchera promptement le matras; la poudre commencera à fumer sur le papier un moment après y avoir été mise, et en même temps elle s'allumera, et elle mettra le feu au papier et à toute autre matière combustible.

Si, par hasard, on avoit tiré trop de poudre du matras, il ne faut pas la remettre dans le matras, quoiqu'elle ne soit pas encore allumée, car elle ne manqueroit pas de mettre le feu à toute la poudre qui seroit dans le matras. On voit bien par-là que l'on ne la peut pas transvaser du matras dans une autre fiole, il faut qu'elle reste toujours dans le même vaisseau où elle a été calcinée.

Cette poudre est de différentes couleurs, tantôt noire, brune, rouge, verte, jaune et même blanche, selon le vaisseau dans quoi on a fait l'opération préparatoire, et selon les degrés de feu qu'on lui a donnés dans les deux opérations; si l'on mêle trop ou trop peu d'alun ou de colcothar avec la matière fécale, la poudre ne s'allumera pas.

Pour conserver cette poudre long-temps bonne, il faut la garder dans un lieu sec et tempéré; tenir le matras bien bouché, le poser toujours debout, c'est-à-dire, le goulot en haut, et le tenir enveloppé de papier ou de quelqu'autre chose, et dans un lieu sombre; car le grand

jour la gâte aussi bien que l'humidité de l'air, mais moins vîte.

Pour avoir une idée vraisemblable de la manière dont cette poudre s'enflamme, il faut se souvenir qu'elle est une matière fortement calcinée par le feu; elle a perdu dans cette calcination toute la partie aqueuse qu'elle contenoit, et la plus grande partie de son huile et de son sel volatil. Elle a acquis par-là beaucoup de grands pores, que les matières volatiles chassées par le feu ont laissé vides; de sorte que la poudre qui reste, après la calcination, ne consiste qu'en un tissu spongieux d'une matière terreuse, qui a retenu tout son sel fixe et un peu de son huile fétide, mais dont les pores ou les locules vides conservent, pendant quelque temps, une partie de la flamme qui les a pénétrés pendant la calcination, à-peu-près comme il arrive à la chaux vive dans sa calcination.

Cela étant, nous pouvons considérer que le sel fixe, qui est en grande quantité dans cette poudre, absorbe promptement, et à son ordinaire, l'humidité de l'air qui le touche; l'introduction subite de l'humidité de l'air dans les pores de la poudre y produit un frottement capable d'exciter un peu de chaleur, laquelle étant jointe aux parties de la flamme conservées dans ces mêmes pores, composent une chaleur assez forte pour embraser le peu d'huile, aisément inflammable, qui a échappé à la rigueur de la calcination, et qui fait partie de la poudre.

Une preuve de cela est que, quand on garde cette poudre en un vaisseau qui n'est pas exactement bouché, elle absorbe peu-à-peu et lentement l'humidité de l'air qui la peut atteindre; ce qui n'est pas capable de faire assez de frottement pour exciter aucune chaleur sensible, et la poudre se gâte, en sorte qu'elle ne s'enflamme plus: de même que la chaux vive, exposée pendant quelque temps à l'air, ne s'échauffe plus, parce qu'elle a absorbé peu-à-peu une trop petite quantité d'humidité à-la-fois, pour en avoir un frottement suffisant qui puisse exciter de la chaleur.

La chaux vive qui contient des particules de feu aussi bien que notre poudre, ne produit pas de la chaleur par

la seule humidité de l'air, comme fait notre poudre, mais il la faut humecter, en jetant de l'eau dessus, pour avoir le même degré de chaleur : la raison en est que la chaux ne contient pas de sel comme notre poudre, propre à absorber beaucoup d'humidité de l'air à-la-fois, dont l'introduction subite pourroit produire de la chaleur, mais en jetant de l'eau dessus, elle s'y introduit assez promptement pour faire le même effet.

Et la raison pourquoi la chaux vive ne produit pas de la flamme comme fait notre poudre, quoiqu'elle contracte une aussi grande chaleur qu'elle, est que, dans la chaux, il ne se trouve aucune matière huileuse capable de s'enflammer par la chaleur excitée, comme il s'en trouve dans notre poudre; mais si on en méle artificiellement, elle s'y enflamme de même.

Nous avons dit que le grand jour gâte cette poudre, quoiqu'enfermée dans un vaisseau de verre bien bouché; la raison en est que le frottement qui lui arrive par l'introduction de l'humidité de l'air, n'est pas la seule cause de la chaleur capable d'allumer l'huile contenue dans notre poudre; il faut encore que les particules de feu qu'elle a conservées dans ses pores, y contribuent; et comme le grand jour, ou la matière de la lumière en grand mouvement, frappe continuellement la poudre au travers du vaisseau de verre, elle dégage peu-à-peu celle qui s'y étoit arrêtée pendant la calcination, et la diminue; de sorte qu'à la fin il n'y en reste plus pour se joindre à la chaleur causée par le frottement de l'humidité de l'air, et par conséquent elle ne peut pas s'enflammer.

QUA

QUADRANGULAIRE. Epithète que l'on donne à toute figure qui a quatre angles et quatre côtés : telle est la figure *ABCD. (Pl. I, fig. 18)*. Dans cette figure sont les angles *A*, *B*, *C*, *D*, et les quatre côtés *AB*, *BC*, *CD* et *DA*.

QUADRATE. (*Opposition*) L'un des aspects des planètes, dans lequel deux planètes sont distantes l'une de l'autre de la quatrième partie du Zodiaque, ou de trois signes, qui valent 90 degrés. Cet aspect se désigne par cette figure □. (*Voyez* ASPECT).

QUADRATE. (*Opposition semi-*) (*Voyez* SEMI-QUADRATE. (*Opposition*)

QUADRATURE. *Terme d'Astronomie.* On appelle ainsi les points de l'orbite d'une planète, qui sont précisément à égale distance de la conjonction et de l'opposition entre lesquelles ils se trouvent : par exemple, la lune est en *Quadrature*, lorsqu'elle se trouve dans l'un des deux points *P ou Q* (*Pl. LIX, fig. 2.*) de son orbite, lesquels sont également éloignés de la conjonction *N* et de l'opposition *L* entre lesquelles ils se trouvent placés. C'est ce qu'on appelle aussi le *premier* et le *dernier quartier* de la lune. (*Voyez* QUARTIER DE LA LUNE). On a donné à ces points le nom de *Quadratures*, parce qu'une ligne tirée du centre de la terre *T* au centre de la lune *P* ou *Q*, fait alors un angle droit avec une ligne tirée du centre de la terre *T* au centre du soleil *S*.

QUADRATURE. Réduction géométrique d'une figure curviligne à un quarré qui lui soit exactement égal. Cette réduction est très-difficile, et souvent même impossible : par exemple, il est impossible de réduire l'aire d'un cercle à un quarré qui lui soit exactement égal, parce qu'on ne connoît qu'à-peu-près le rapport de son diamètre à sa circonférence. (*Voyez* CERCLE). Vous

verrez,

verrez, dans cet article, que quand on parviendroit à connoître exactement ce rapport, cela ne seroit pas d'une grande utilité pour la pratique; parce qu'on le connoît d'une manière assez approchante de l'éxactitude, pour que l'erreur soit très-petite. Celles qui sont causées par les instrumens et par les défauts presque inévitables dans l'opération, sont toujours beaucoup plus considérables. D'où il s'ensuit que c'est exactement perdre son temps, que de l'employer à la recherche de la *Quadrature du cercle*.

QUADRILATERE. Nom général de tout espace renfermé entre quatre lignes droites. Suivant le rapport et la situation de ses côtés, le *Quadrilatère* est appelé *Quarré*, *Rectangle*, *Parallélogramme*, *Rhombe*, *Rhomboïde* et *Trapèze*. On le nomme *Quarré*, si tous ses angles et tous ses côtés sont égaux. (*Voyez* QUARRÉ). On l'appelle *Rectangle*, lorsque tous ses angles étant égaux, il n'y a que les côtés opposés qui soient égaux. (*Voyez* RECTANGLE). On l'appelle *Parallélogramme*, lorsque ses côtés opposés sont parallèles et égaux, soit que ses quatre angles soient égaux; soit qu'ils ne le soient pas. (*Voyez* PARALLÉLOGRAMME). On l'appelle *Rhombe*, lorsque ses quatre côtés sont égaux entr'eux, et non pas ses angles. (*Voyez* RHOMBE). On l'appelle *Rhomboïde*, lorsque ses angles opposés et ses côtés opposés seulement sont égaux. (*Voyez* RHOMBOIDE). Enfin on l'appele *Trapèze*, lorsque ses côtés ne sont ni égaux ni parallèles; ou du moins lorsque deux de ses côtés opposés étant parallèles, ils ne sont pas égaux; ou lorsque deux de ses côtés opposés étant égaux, ils ne sont pas parallèles. (*Voyez* TRAPÈZE).

QUADRIPARTITION. C'est l'action de diviser en quatre ou de prendre la quatrième partie d'un nombre ou d'une quantité quelconque.

QUALITÉ. *Terme de Physique*. Propriété ou affection d'un être quelconque, par laquelle il affecte nos sens, et nous démontre son existence. Les *Qualités sensibles* sont les objets que nos sens apperçoivent le plus immédiatement; telles sont, par exemple, la solidité, la fluidité, la dureté, la molesse, la gravité, l'élasticité, etc.

Les anciens appeloient *Qualités occultes*, celles dont ils ne pouvoient rendre raison.

QUANTITE. On appelle *Quantité* tout ce qui est susceptible d'augmentation et de diminution, soit que ce soit un nombre, soit que ce soit une mesure, soit que ce soit un poids. Ainsi les *Quantités* peuvent être définies ou selon le nombre ou selon la mesure ou selon le poids.

QUARRÉ. C'est un quadrilatère rectiligne dont les quatre angles et les quatre côtés sont égaux. Cette figure (*Pl. I, fig.* 18.) a ses quatre angles *A*, *B*, *C*, *D*, droits. On l'a choisie pour la mesure de toutes les autres figures; de sorte que mesurer des plans ou des figures, c'est chercher la raison que ces plans ou ces figures ont à un *Quarré* donné. De là vient cette façon de s'exprimer, *Quarrer un cercle*; *Quarrer une courbe*, pour dire trouver l'aire d'un cercle ou d'une courbe. Le *Quarré* a cette propriété, que sa diagonale *AC* est incommensurable avec son côté. On trouve son aire en multipliant un de ses côtés par lui-même.

QUARRÉ. On donne encore ce nom au produit d'un nombre multiplié par lui-même. Ainsi 9 est un *Quarré*, parce qu'il est formé par 3 multipliés par 3; 25 est un *Quarré*, puisqu'il est le produit de 5 multipliés par 5; 16 un *Quarré*, étant le produit de 4 multipliés par 4; 49 est encore un *Quarré*, dont la racine ou le nombre qui le produit, est 7 multiplié par lui-même, etc. Tout nombre ou toute quantité qui n'est pas formé par le produit d'un nombre multiplié par lui-même, n'est pas *Quarré*. Cela se connoît en cherchant ce nombre: ce qu'on appelle *extraire la Racine quarrée*. (*Voyez* RACINE QUARRÉE).

On appelle encore *Quarré* d'une quantité quelconque, d'une ligne, par exemple, le produit de cette ligne multipliée par elle-même.

QUARRÉ LONG. C'est la même chose que *Rectangle*. (*Voyez* RECTANGLE).

QUARRÉ. (*Pied-*) (*Voyez* PIED QUARRÉ).

QUARRÉ. (*Pouce-*) (*Voyez* POUCE QUARRÉ).

QUARRÉE. (*Ligne-*) (*Voyez* LIGNE QUARRÉE).

QUARRÉE. (*Perche-*) (*Voyez* PERCHE QUARRÉE).

QUARRÉE. *(Racine-)* (*Voyez* RACINE QUARRÉE).

QUARRÉE. *(Toise-)* (*Voyez* TOISE QUARRÉE).

QUART. C'est la quatrième partie d'une quantité quelconque.

QUART DE CÉRCLE. C'est un arc de 90 degrés, qui contient la quatrième partie de la circonférence de ce cercle. On donne aussi ce nom à l'espace compris entre un arc de 90 degrés et deux rayons perpendiculaires l'un à l'autre au centre d'un cercle, de la circonférence duquel cet arc de 90 degrés fait partie. On appelle donc *Quart de cercle*, l'espace compris entre l'arc *D E B (Pl. XIX, fig. 3)*, et les deux rayons *D C* et *B C*. D'après les nouvelles mesures le cercle se divise en 400 degrés ; par conséquent, le quart de cercle contient 100 degrés, au lieu de 90.

QUART DU MÉRIDIEN TERRESTRE. C'est la même chose que la distance de l'équateur au pole. Cette distance est de 30794580 pieds. C'est cette distance qui a fourni l'élémeut des nouvelles mesures ; pour cela on a divisé cette distance toujours de dix en dix, jusqu'à ce qu'on soit arrivé à une mesure maniable, qui est devenue l'élément des nouvelles mesures : et cet élément est la dix-millionnième partie de cette distance, qui vaut, en mesures anciennes, 36 pouces 11 lignes 441952 millionnièmes de ligne : et l'on a donné à cette mesure élémentaire le nom de *Mètre*. (*Voyez* MÈTRE.) Si l'on eût pris la millionnième partie de cette distance, elle est de plus de 30 pieds : c'eût été trop grand. Si l'on eût choisi la cent millionnième partie ; elle est de moins de quatre pouces : c'eût été trop petit. On s'est donc fixé à la dix-millionnième partie, qui est devenue l'élément de toutes les mesures, et même de tous les poids. (*Voyez* MESURES NOUVELLES). Le quart du méridien terrestre vaut 10000000 mètres, ou 10000000000 millimètres.

QUARTE. *Terme de Géométrie.* On appelle *Quarte*, la soixantième partie d'une tierce, ou la 216000e. partie d'une minute, soit d'une minute de degré, soit d'une minute d'heure. (*Voyez* TIERCE). Une *Quarte* est donc la 12960000e. partie d'une heure ou d'un degré.

Les *Quartes*, prises dans l'une et l'autre significa-

tion, se marquent par quatre petits traits, ou par des chiffres romains placés un peu plus haut que le chiffre qui en exprime le nombre : ainsi lorsqu'on lit 37^{IIII} ou $37^{.V}$, cela signifie 37 *Quartes*.

La *Quarte* se subdivise en 60 parties égales, appelées *Quintes*, et ainsi de suite. (*Voyez* QUINTE).

QUARTE. L'un des intervalles de la musique. La *Quarte* consiste en deux termes, ou deux tons éloignés l'un de l'autre de quatre voix, ou de trois intervalles; de sorte qu'il y a toujours deux tons qui se taisent entre les deux autres. Deux cordes sont à la *Quarte* l'une de l'autre, si l'une des deux fait 4 vibrations dans le même temps que l'autre emploie à en faire 3, ce qui peut arriver en trois cas différens, eu égard à la longueur, à la grosseur et au degré de tension des cordes. Ainsi deux cordes qui seront égales en grosseur, et tendues par des forces égales, mais dont les longueurs seront dans la proportion de 4 à 3, seront à la *Quarte* l'une de l'autre, parce que celle qui n'aura que 3 longueurs fera 4 vibrations dans le temps, pendant lequel celle qui aura 4 longueurs n'en fera que 3 : de même deux cordes qui seront égales en longueur et tendues par des forces égales, mais dont les grosseurs ou les diamètres seront dans la proportion de 4 à 3, seront, par la même raison, à la *Quarte* l'une de l'autre : de même encore deux cordes qui seront égales en longueur et en grosseur, mais qui seront tendues par des puissances dont les racines quarrées seront dans la proportion de 4 à 3, comme si l'une étoit tendue par un poids de 16 kiliogrammes, dont la racine quarrée est 4, et l'autre par un poids de 9 kiliogrammes, dont la racine quarrée est 3, ces deux cordes, dis-je, seront encore à la *Quarte* l'une de l'autre; et celle qui sera tendue par un poids de 16 kiliogrammes, donnera le ton le plus aigu.

QUARTIER DE LA LUNE. Portion de la partie éclairée de la lune. C'en est la moitié; ainsi, lorsque la lune nous présente la moitié de sa partie éclairée, ce qui arrive lorsqu'elle est éloignée du soleil d'environ 90 degrés, on dit alors qu'elle est dans son *Quartier*. Il y a deux sortes de *Quartier*, l'un qu'on appelle le *premier* et l'autre le *dernier*. La lune est dans son *pre-*

mier Quartier, lorsqu'après s'être trouvée en conjonction avec le soleil, temps où elle est nouvelle, comme en *N* (*Pl. LIX, fig.* 2), le soleil étant en *S* et la terre en *T*, elle s'en éloigne d'environ 90 degrés et se trouve en *P*; il est aisé de voir qu'elle ne présente alors à la terre *T* que la moitié de sa partie éclairée par le soleil *S*, et cette partie éclairée est tournée vers l'occident. La lune est dans son *dernier Quartier*, lorsqu'après s'être trouvée en opposition avec le soleil, temps où elle est *Pleine*, comme en *L*, le soleil étant en *S* et la terre en *T*, elle s'en approche au point de n'en être éloignée que d'environ 90 degrés, et se trouve en *Q*; alors elle ne présente encore à la terre *T* que la moitié de sa partie éclairée par le soleil *S*; et cette partie éclairée est tournée vers l'orient.

Les deux *Quartiers de la lune* sont la même chose que ses *Quadratures*. (*Voyez* QUADRATURE). Ce sont aussi deux de ses *Phases*. (*Voyez* PHASES).

QUARTILE. C'est un des aspects des planètes. Elles sont éloignées alors l'une de l'autre de trois signes ou de 90 degrés. Cet aspect se marque ainsi □. (*Voyez* ASPECT).

QUARTZ. Pierre dure et le plus souvent transparente. Les *Quartz* sont de la même nature que les crystaux de roches : mais leur transparence est de beaucoup inférieure. Quand ils crystallisent, ils prennent la même forme que le crystal de roche, et ils ont, de même que lui, une cassure vitreuse. (*Voyez* CRYSTAL DE ROCHE). Ils ont aussi la même dureté, et à-peu-près la même pesanteur spécifique : celle du *Quartz crystallisé* est 26546.

Le *Quartz* en masse n'a qu'une transparence louche : il est très-réfractaire. On en fait la base des briques employées à la construction des fours de verrerie. Sa pesanteur spécifique est 26471.

Il y a une variété de *Quartz* qui est crystallisée, et dont la couleur est un rouge brun : elle est connue sous le nom d'*Hyacinthe de Compostelle*, ou de *Jargon des Portugais*. Sa pesanteur spécifique est 26468.

Les *Quartz* entrent dans la composition des granits.

QUEUE. On appelle ainsi la partie la plus rare d'une

Comète; elle est toujours tournée du côté opposé au soleil, et paroit quelquefois s'étendre très-loin. Cette partie étant si peu dense, qu'on peut voir au travers d'elle les étoiles fixes, on conjecture que sa matière est de la nature d'un brouillard. (*Voyez* COMÈTE).

On appelle aussi *Queue de la grande Ourse*, une étoile *A* (*Pl. LVIII, fig.* 2), de la seconde grandeur, placée dans cette Constellation à l'extrémité de la queue.

On nomme encore *Queue de la petite Ourse*, une étoile *B* (*Pl. LVIII, fig* 1.), de la seconde grandeur, qui se trouve placée dans cette constellation tout près du pole septentrional, et à laquelle on a donné pour cela le nom d'*Etoile polaire*. (*Voyez* ETOILE POLAIRE).

QUINTAL. Mesure en poids, qui contient 100 livres. (*Voyez* LIVRE).

Le *Quintal*, quoique de cent livres, n'est pas égal partout; il diffère quelquefois de cinq, de dix ou de vingt pour cent, plus ou moins, suivant que la livre est composée de plus ou moins d'onces, ou que les onces sont plus fortes ou plus foibles dans les lieux où l'on achète et vend les marchandises. Par exemple, le *Quintal* de Paris rend à Marseille cent vingt-trois $\frac{1}{13}$ livres; et le *Quintal* de poids de Marseille ne rend à Paris que quatre-vingt-une $\frac{1}{4}$ livres: cette différence provient de ce que la livre de Paris est composée de seize onces, et que celle de Marseille n'est composée que de treize onces, ce qui se doit entendre poids de marc; car la livre de Marseille est aussi de seize onces poids de table.

QUINTE. *Terme de Géométrie.* On appelle *Quinte*, la soixantième partie d'une quarte, ou la 12960000e. partie d'une minute, soit d'une minute de degré, soit d'une minute d'heure. (*Voyez* QUARTE). Une *Quinte* est donc la 777600000^{e}. partie d'une heure ou d'un degré.

Les *Quintes*, prises dans l'une et l'autre signification, se marquent par le chiffre romain, qui désigne le nombre cinq, placé un peu plus haut que le chiffre qui en exprime le nombre: ainsi lorsqu'on lit 49^{v}., cela signifie 49 *Quintes*.

QUINTE. L'un des intervalles de la musique, et la seconde des consonnances parfaites. La *Quinte* consiste en deux termes ou deux tons éloignés l'un de l'autre de cinq voix ou de quatre intervalles; de sorte qu'il y a toujours trois tons qui se taisent entre les deux autres. Elle tire son origine de la proportion de 3 à 2, et elle contient cinq degrés. Deux cordes sont à la *Quinte* l'une de l'autre, si l'une des deux fait trois vibrations dans le même temps que l'autre emploie à en faire 2, ce qui peut arriver en trois cas différens, eu égard à la longueur, à la grosseur et au degré de tension des cordes: ainsi deux cordes qui seront égales en grosseur, et tendues par des forces égales, mais dont les longueurs seront dans la proportion de 3 à 2, seront à la *Quinte* l'une de l'autre, parce que celle qui aura trois longueurs, ne fera que 2 vibrations dans le temps pendant lequel celle qui n'aura que 2 longueurs en fera 3 : de même deux cordes qui seront égales en longueur et tendues par des forces égales, mais dont les grosseurs ou les diamètres seront dans la proportion de 3 à 2, seront, par la même raison, à la *Quinte* l'une de l'autre : de même encore deux cordes qui seront égales en longueur et en grosseur, mais qui seront tendues par des forces dont les racines quarrées seront dans la proportion de 3 à 2, comme si l'une étoit tendue par un poids de 9 kiliogrammes, dont la racine quarrée est 3, et l'autre par un poids de 4 kiliogrammes dont la racine quarrée est 2, ces deux cordes, dis-je, seront encore à la *Quinte* l'une de l'autre : et si celle qui sera tendue par un poids de 4 kiliogrammes, donne le ton d'*ut*, celle qui sera tendue par un poids de 9 kiliogrammes, donnera le ton de *sol* au-dessus.

QUINTESSENCE. Nom que les chymistes donnent à ce qu'il y a de plus subtil et de plus pur dans les corps naturels; telles sont les *huiles volatiles*.

QUINTILE. *(Opposition)* L'un des aspects des planètes, selon *Képler*, dans lequel deux planètes sont distantes l'une de l'autre de la cinquième partie du zodiaque, ou de deux signes plus 12 degrés, qui valent ensemble 72 degrés. (*Voyez* ASPECT).

QUINTILE. (*Opposition semi-*) (*Voyez* SEMI-QUINTILE. (*Opposition*)

QUOTIENT. Nom que l'on donne dans la division, au nombre qui marque combien de fois un nombre donné contient un autre nombre pareillement déterminé : par exemple, si l'on a à diviser 35 par 5, alors le *Quotient* est 7 ; car c'est le nombre qui indique combien de fois 35 contient 5.

R A C

RABOTEUX. Epithète que l'on donne à une surface qui a beaucoup d'inégalités apparentes : je dis apparentes, parce que nous appelons *polies*, les surfaces desquelles les inégalités ne paroissent pas, quoiqu'elles y soient réellement : car toute surface a des inégalités, puisque tous les corps étant poreux, leurs parties solides sont séparées les unes des autres par des intervalles dans lesquels manque la matière propre du corps. Ces intervalles forment, dans les surfaces, les parties creuses, et les parties solides fournissent les parties saillantes; ce qui, tout ensemble, produit les inégalités dont nous parlons. Ces inégalités sont une des principales causes qui augmentent ce qu'on appelle le *frottement* (*Voyez* FROTTEMENT); car lorsque deux surfaces sont appliquées l'une à l'autre, les parties saillantes de l'une entrent dans les parties creuses de l'autre, ce qui fait qu'elles glissent plus difficilement l'une sur l'autre; c'est cette difficulté de glisser qu'on appelle *frottement*. Ainsi plus les inégalités de ces deux surfaces seront considérables et en grand nombre, plus aussi le *frottement* sera augmenté, toutes choses égales d'ailleurs.

RACINE. Nom que l'on donne à une quantité ou à un nombre, qui, multiplié par lui-même un certain nombre de fois, forme un produit ou une puissance. Chacun de ces produits a un nom particulier, que l'on donne aussi à la *Racine* de la puissance qui s'en est formée. Ainsi lorsque cette puissance est un quarré ou un cube, etc., on en nomme la *Racine*, *Racine quarrée*, ou *Racine cubique*, etc. (*Voyez* RACINE QUARRÉE, RACINE CUBIQUE).

RACINE QUARRÉE. On appelle ainsi un nombre, qui, multiplié par lui-même, produit un *quarré*. La *Racine quarrée* d'un quarré proposé est donc le nombre

qui, multiplié par lui-même, reproduiroit ce même quarré proposé. Ainsi 6 est la *Racine quarrée* de 36, parce que le nombre 6 multiplié par lui-même, produit 36, quarré proposé. Par la même raison, 9 est la *Racine quarrée* de 81; 17 est la *Racine quarrée* de 289, etc.

On trouvera dans tous les Traités d'Arithmétique, les méthodes que l'on emploie pour extraire la *Racine quarrée* d'un nombre quelconque.

RACINE CUBIQUE. C'est le nombre, qui, multiplié par son quarré, produit un *cube*. La *Racine cubique* d'un cube proposé est donc le nombre qui, après avoir été multiplié par lui-même pour former son quarré, étant encore multiplié par son quarré, reproduiroit ce même cube proposé. Ainsi 5 est la *Racine cubique* de 125, parce que le nombre 5 étant multiplié par lui-même, produit son quarré 25, qui, étant encore multiplié par 5, produit 125, qui est le cube proposé. Par la même raison, 8 est la *Racine cubique* de 512; 9 est la *Racine cubique* de 729; 23 est la *Racine cubique* de 12167, etc.

Tous les Traités d'Arithmétique enseignent les méthodes qu'on emploie pour extraire la *Racine cubique* d'un nombre quelconque.

RADIATION. *Terme de Physique*. On appelle ainsi l'émission des rayons qui partent d'un corps lumineux, comme centre. (*Voyez* RAYON DE LUMIÈRE).

Tout corps visible est *radiant*, car tout corps ou point visible envoie des rayons à l'œil, puisqu'il ne peut être vu que par ces rayons. Il y a pourtant de la différence entre *radiant* et *radieux*; ce dernier mot se dit principalement des corps qui reçoivent leur lumière d'eux-mêmes. Le soleil, une chandelle sont des corps *radieux*; les planètes et presque tous les corps sublunaires sont *radians*.

La surface d'un corps *radiant* peut être conçue comme consistant en points *radieux*.

En effet, chaque point d'un corps lumineux envoie des rayons en tous sens; et chaque point d'un corps non-lumineux, reçoit des rayons de tous côtés, et par conséquent en renvoie aussi de tous côtés; car une

infinité des rayons qui tombe t sur le même point d'une surface droite ou courbe, sont renvoyés de manière que l'angle d'incidence de chacun de ces rayons est égal à l'angle de réflexion. (*Voyez* LUMIÈRE).

RADIEUX. *Terme d'Optique.* Epithète que l'on donne à un point d'un objet visible, d'où il part des rayons de lumière. On l'appelle donc alors point *radieux.* (*Voyez* POINT RADIEUX).

Tout *point radieux* envoie une infinité de rayons; mais il n'est visible que quand on peut tirer des lignes droites depuis ce point jusqu'à la prunelle; car tout rayon visuel est une ligne droite.

Tous les rayons qui partent du même point sont divergens; mais ils sont rassemblés et réunis par le crystallin et par les autres humeurs de l'œil; en sorte qu'ils se réunissent en un seul point au fond de l'œil, ce qui rend la vision vive et distincte.

RADIEUX. (*Point*) (*Voyez* POINT RADIEUX).

RAION. (*Voyez* RAYON).

RAISON *ou* RAPPORT. *Termes de Géométrie.* On entend par-là le résultat de la comparaison de deux quantités, ou la relation d'une quantité à une autre semblable, qui détermine la grandeur ou la valeur intrinsèque de l'une par celle de l'autre. Par exemple, lorsqu'on veut avoir le *Rapport* de la hauteur d'un plan incliné à sa longueur, on prend la hauteur pour mesure, et l'on cherche combien de fois elle est comprise dans la longueur. Supposons qu'elle y soit comprise trois fois; dans ce cas, la hauteur est à la longueur, comme un est à trois. C'est là ce qu'on appelle *Raison* ou *Rapport.* Si l'on prend la longueur pour mesure, on cherche combien de fois elle contient la hauteur : et dans le cas que nous venons de supposer, on trouve le *Rapport* de la longueur à la hauteur comme trois est à un; ce qui s'exprime en séparant les deux quantités par deux points, ainsi qu'il suit. Appelant la longueur AB et la hauteur BC, on a $AB : BC :: 3 : 1$. Ce *Rapport* est celui que l'on appelle *Rapport géométrique.* Il consiste donc à chercher combien de fois le petit est contenu dans le grand; ou combien de fois le grand contient le petit.

Il y a une autre sorte de *Rapport*, qu'on appelle *Rapport arithmétique*, et qui est celui dans lequel on a pour but de connoître de combien une quantité surpasse l'autre, ou en est surpassée. Par exemple, le *Rapport arithmétique* de 10 à 7, est 3. C'est, à proprement parler, la différence de l'un à l'autre. (*Voyez* DIFFÉRENCE).

RAISON DIRECTE. C'est le rapport de deux choses, qui augmentent ou diminuent toutes deux dans le même sens et dans la même proportion. Par exemple, on dit que les corps s'attirent en *Raison directe* de leurs masses; c'est-à-dire, que, si de deux corps, la masse de l'un est double de celle de l'autre, la force attractive du premier est pareillement double de celle du second. Et si le même corps augmente en masse, sa force attractive augmente dans le même rapport.

RAISON INVERSE. C'est le rapport de deux choses, dont l'une est d'autant plus petite que l'autre est plus grande, ou dont l'une diminue autant que l'autre augmente. Par exemple, une force, qui agit par le moyen d'un bras de levier pour soutenir l'effort d'une résistance donnée, et être en équilibre avec cette résistance, doit être d'autant plus petite que son bras de levier est plus grand : et si l'on double la longueur de ce bras de levier, il faut diminuer la force de moitié : car elle doit être en *Raison inverse* de la longueur de ce bras de levier. De même l'on dit que les corps s'attirent en *Raison inverse* du quarré de la distance; supposons que deux corps, étant à un pied de distance, s'attirent avec une force qui valle 9 : si l'on triple la distance qui les sépare, ils ne s'attireront plus qu'avec la neuvième partie de leur première force. Dans le premier cas, le quarré de la distance est 1 et la force 9 : dans le second cas, le quarré de la distance est 9 et la force 1 : en *Raison inverse*.

RAMPES. On a donné le nom de *Rampe*, à chacune des moitiés de la cavité du conduit osseux qui enveloppe le noyau du *limaçon*, et qui fait autour de lui deux tours et demi de spirale. (*Voyez* LIMAÇON *et* OREILLE). La cavité de ce conduit, qui va toujours en diminuant, en approchant du sommet du cône que

forme le noyau du limaçon, se trouve partagée dans toute son étendue en deux parties *a*, *b* (*Pl. XXVIII*, *fig.* 4.) par une cloison nommée *lame spirale*. (*Voyez* LAME SPIRALE). Ce sont ces deux parties que l'on appelle *Rampes*, dont l'une *r r r r* (*fig.* 6.) est l'externe, et l'autre *s s s s* l'interne. Le commencement de ces deux *Rampes* est au *vestibule* (*Voyez* VESTIBULE), dans lequel la *Rampe* externe va s'ouvrir, tandis que l'interne se termine à la *fenêtre ronde*. (*Voyez* FENÊTRE RONDE).

RAPPORT. C'est la même chose que *raison*. (*Voyez* RAISON).

RARE. Epithète que l'on donne à un corps, qui, sous un volume déterminé, contient moins de matière que n'en contient, sous le même volume, un autre corps auquel on le compare. Ainsi quand un rayon de lumière passe de l'air dans le verre, on dit que ce rayon passe d'un milieu *Rare* dans un dense : parce qu'en effet, à volume égal, l'air contient moins de matière que le verre. (*Voyez* RARÉFACTION).

RAREFACTION. Action par laquelle un corps acquiert un plus grand volume, sans augmenter en matière propre. La principale cause de la *Raréfaction* des corps est la chaleur, ou, pour mieux dire, c'est l'action de la matière du feu, qui ne manque presque jamais de produire la chaleur. Toutes les fois qu'un corps s'échauffe, la matière du feu, qui le pénètre en plus grande quantité qu'auparavant, ou du moins dont l'action devient plus énergique, tend à écarter et écarte en effet les unes des autres les parties de ce corps, à moins que quelque cause plus puissante ne s'oppose à cet effet. Alors le corps acquiert plus de volume qu'il n'en avoit, sans acquérir plus de matière propre; et il est dit *raréfié*.

Les fluides élastiques se raréfient aussi sans s'échauffer; et cela toutes les fois qu'on leur permet d'occuper un plus grand espace : comme cela arrive à la portion d'air qui demeure sous un récipient appliqué à la machine pneumatique, après qu'on en a fait sortir une partie de l'air qui y étoit renfermé. Cette portion d'air qui y demeure, et qui d'abord n'occupoit qu'une partie

du vase, le remplit alors en entier : donc il s'est *raréfié*, ou plutôt *dilaté*. (*Voyez* DILATATION).

Tous les corps sur lesquels on fait des expériences, sans en excepter aucun, augmentent en volume dès qu'on les expose au feu; ils se *raréfient*, sans que cependant on apperçoive aucune différence dans leur poids. Il n'importe pas s'ils sont solides ou liquides, durs ou mols, légers ou pesans; tous ceux qui sont connus jusqu'à présent, sont soumis à la même loi. Si cependant vous prenez deux corps égaux en pesanteur et en volume, mais dont l'un soit dur et l'autre liquide, vous trouverez entre eux cette différence; c'est que le même degré de feu dilate plus le fluide que le solide.

Pour s'assurer de la présence du feu par cet effet, il sera donc plus à propos, pour les expériences, de se servir de corps fluides, plutôt que de solides. On a observé que les liqueurs, qui sont moins denses et plus légères que les autres, sont aussi plus raréfiées par le même degré de feu. Ainsi leur raréfaction étant plus sensible, elles sont par conséquent très-propres à indiquer les plus petites augmentations du feu; c'est ce qu'on confirme par l'expérience suivante.

Qu'on prenne une fiole chymique, dont la partie sphérique se termine en un cou cylindrique et étroit; qu'elle soit pleine d'eau jusqu'à un endroit du cou qu'on doit marquer; qu'on la plonge dans de l'eau chaude contenue dans un vase découvert : aussitôt l'eau baissera un peu au-dessous de la marque; puis on l'appercevra monter dans le cou de la fiole au-dessus de la marque, et cela dure pendant tout le temps qu'elle acquiert de nouveaux degrés de chaleur. Si l'on retire cette fiole, et qu'on la plonge dans une autre eau plus chaude, on voit que l'eau monte encore plus haut.

Enfin, plus on approche du feu, et plus l'on voit que l'eau se dilate; mais, dès qu'on l'éloigne du feu, on remarque que l'eau descend peu-à-peu. Cette expérience prouve clairement que l'eau est raréfiée par le feu, et qu'étant chaude, elle occupe plus d'espace que quand elle est froide, sans que son poids augmente sensiblement. Elle nous apprend encore que le verre, qui est corps solide, ne se dilate point comme l'eau; car, quoique

la fiole s'echauffe également et même plutôt que l'eau, elle ne peut cependant pas la contenir comme auparavant. Il faut que cette eau monte dans son cou. Qu'on plonge ensuite dans la même eau chaude une autre fiole de même espèce, où l'on ait mis de l'alcohol, ou de l'esprit-de-vin rectifié; cet alcohol monte avec plus de vîtesse, et sort quelquefois par l'ouverture de la fiole. Concluons de là que l'alcohol, qui est plus léger que l'eau, est aussi raréfié davantage, et plus promptement.

RAREFIÉ. Épithète que l'on donne aux corps qui ont acquis par la chaleur, un plus grand volume sans être augmentés en matière propre. (*Voyez* RARÉFACTION).

RATIONNEL. (*Horizon*) (*Voyez* HORIZON RATIONNEL).

RAYON. Ligne droite tirée du centre d'un cercle à quelque point que ce soit de sa circonférence. Ainsi les lignes droites *CA*, *CB*, *CD*, *CE*, *CF* (*Pl. VII, fig.* 4), tirées du centre *C* à différens points de la circonférence du cercle *ABDEF*, sont autant de *Rayons* de ce cercle.

On appelle de même *Rayon*, toute ligne droite tirée du centre d'une sphère à un point quelconque de sa circonférence.

RAYON DE LUMIERE. C'est ainsi qu'on appelle une suite de globules de lumière, à la file les uns des autres, et qui partent d'un corps lumineux ou éclairé, ou qui sont mis en mouvement par ce corps.

Newton définit les *Rayons* les moindres parties de la lumière, soit qu'elles soient successives dans la même ligne, ou contemporaines dans plusieurs, c'est-à-dire, que, selon ce philosophe, un *Rayon* de lumière est une suite de plusieurs corpuscules en très-grand nombre, qui s'échappent du corps lumineux, et qui se suivent, pour ainsi dire, à la file et en ligne droite.

Il paroît en effet que la lumière est composée de parties successives et contemporaines, puisqu'on peut intercepter dans un endroit celles qui viennent dans un instant et laisser passer celles qui lui succèdent l'instant d'après, intercepter celles qui viennent dans le même

instant dans un endroit, et les laisser passer dans un autre.

Un *Rayon* est appelé *direct*, lorsque toutes ses parties comprises entre l'œil et l'objet lumineux sont en ligne droite. Ce sont les propriétés de cette espèce de *Rayon*, qui font le sujet de l'optique proprement dite. (*Voyez* OPTIQUE).

Un *Rayon* rompu est celui qui s'écarte de cette direction ou qui se détourne de sa route, en passant d'un milieu dans un autre. (*Voyez* RÉFRACTION).

Si un *Rayon*, après avoir frappé la surface d'un corps, retourne en arrière, on l'appelle *réfléchi*. (*Voyez* RÉFLEXION).

Dans l'un et dans l'autre cas, le *Rayon* qui tombe sur le point de réflexion ou de réfraction, s'appelle *incident*. (*Voyez* INCIDENCE).

Les *Rayons* parallèles sont ceux qui partant de divers points de l'objet, conservent toujours une égale distance les uns des autres. (*Voyez* PARALLÈLE).

Les rayons convergens sont ceux qui partant de divers points de l'objet, concourent ou tendent vers un même point. (*Voyez* CONVERGENT).

Les *Rayons* divergens sont ceux qui partant d'un point de l'objet, s'écartent et s'éloignent les uns des autres. (*Voyez* DIVERGENT).

Ce sont les diverses espèces de *Rayons*, directs, réfléchis ou rompus, qui servent à distinguer les différens corps que l'on considère en optique : un corps, par exemple, qui répand la lumière qui lui est propre est appelé *corps lumineux*.

S'il ne fait que réfléchir les *Rayons* qui lui viennent d'un autre corps, on l'appelle *corps éclairé*.

On l'appelle *corps transparent* ou *diaphane*, quand il donne passage aux *Rayons* (*Voyez* DIAPHANÉITÉ); et *corps opaque*, quand il les intercepte ou qu'il leur refuse passage. (*Voyez* OPACITÉ).

Il suit de là qu'aucun corps n'envoie des *Rayons*, qu'il ne soit lumineux ou éclairé. (*Voyez* RADIATION).

C'est par le moyen des *Rayons* réfléchis des différens points des objets éclairés, et qui parviennent à l'œil, que

que ces objets deviennent visibles ; et de là vient qu'on a donné à ces *Rayons* le nom de *Rayons visuels*.

On remarque en effet, qu'un point d'un objet s'aperçoit de tous les endroits où l'art peut mener une ligne de ce point ; d'où il suit que chaque point d'un objet envoie de tous côtés un nombre infini de *Rayons*. Il paroît encore, par d'autres expériences, que les images de tous les objets desquels on peut mener des lignes droites à l'œil, se peignent dans cet organe au-dela du crystallin d'une manière très-distincte, quoiqu'en petit: (*Voyez* VISION *et* ŒIL ARTIFICIEL). Chaque *Rayon* emporte, pour ainsi dire, avec lui, l'image du point de l'objet d'où il part ; de sorte que les divers *Rayons* qui partent du même point, sont réunis en un seul par le crystallin ; et ce point de réunion est au fond de l'œil.

C'est la quantité et la densité des *Rayons* qui partent d'un corps lumineux, qui constituent l'intensité de la lumière ; mais il faut convenir que la direction suivant laquelle ces rayons frappent l'œil, y entre aussi. En effet, un *Rayon* perpendiculaire frappant l'œil avec plus de force qu'un *Rayon* oblique, en raison du sinus total au sinus de l'angle d'incidence, comme il résulte des loix de la percussion, affectera l'œil beaucoup plus vivement qu'un *Rayon* oblique.

Si donc la quantité des *Rayons* est égale, l'intensité sera comme le sinus de l'angle d'incidence ; si l'angle d'incidence est le même, l'intensité sera comme la quantité des *Rayons*. Si l'un et l'autre diffèrent, l'intensité sera en raison composée de la densité des *Rayons* et du sinus de l'angle d'incidence.

Il suit de là, 1°. que, si la lumière se répand en lignes parallèles dans un milieu qui ne lui résiste point, son intensité ne variera point par l'éloignement.

2°. Que, si elle se répand par des *Rayons* divergens dans le même milieu, sa force sera en raison doublée réciproque des distances du point de concours. En effet, un cercle, par exemple, étant mis à un pied (325 millimètres) de distance, recevra une certaine quantité de *Rayons* : à deux pieds (650 millimètres) de distance, il ne recevra à-peu-près que le quart de la quantité

de *Rayons* qu'il recevoit auparavant; à trois pieds, (,975 millimètres) que la neuvième partie de ces mêmes *Rayons*.

3°. Que si la largeur du plan éclairé est à la distance du point lumineux, comme 1 à 2000000, les mêmes choses doivent arriver à-peu-près, que si les *Rayons* étoient parallèles : d'ou il suit que, comme le diamètre de la prunelle, quand elle est dans sa plus grande largeur, excède à peine un cinquième de pouce (5,$^{m.\ mt.}$4122), les *Rayons* peuvent être censés tomber sur elle parallèlement, lorsqu'ils viennent d'un point un peu éloigné.

4°. Si on présente une surface quelconque à des *Rayons* parallèles qui tombent dessus perpendiculairement, et qu'ensuite on incline cette surface, la quantité des *Rayons* diminuera en raison du sinus d'incidence au sinus total, et la force de ces mêmes *Rayons* diminuera aussi dans la même raison; de sorte que la raison composée de la quantité des *Rayons* et du sinus d'incidence, sera comme le quarré de ce sinus. De là vient cette règle que l'intensité des *Rayons* de lumière qui tombent sur une surface donnée, est en raison du quarré du sinus d'incidence.

L'effet des verres concaves et des miroirs convexes, est de rendre divergens les *Rayons* parallèles; de rendre parallèles ceux qui sont convergens; et de faire que ceux qui sont divergens, le deviennent encore plus. (*Voyez* MIROIR CONVEXE *et* VERRE CONCAVE).

L'effet des lentilles et des miroirs concaves est de rendre parallèles les *Rayons* divergens, de rendre convergens les parallèles; et de faire que ceux qui sont convergens, le deviennent encore davantage. (*Voy.* LENTILLE *et* MIROIR CONCAVE).

Les *Rayons* de lumière ne sont point similaires ou homogènes; mais ils diffèrent en réfrangibilité, en réflexibilité, et en couleur. (*Voyez* RÉFRANGIBILITÉ).

C'est proprement de leur différente réfrangibilité que naissent toutes leurs autres différences; du moins il paroît que les *Rayons* qui conviennent ou diffèrent en ce point, conviennent ou diffèrent aussi dans tout le reste.

L'effet du prisme est de séparer les différentes sortes de *Rayons* qui viennent pêle-mêle du soleil, et qui ont différens degrés de réfrangibilité. (*Voyez* PRISME *et* RÉFRACTION).

Outre la réfrangibilité et les autres propriétés des *Rayons* de lumière, dont on est déjà assuré par des observations et des expériences, *Newton* soupçonne qu'ils peuvent en avoir un grand nombre d'autres, particulièrement celle d'être détournés par l'action des corps auprès desquels ils passent.

Ce philosophe croit que les *Rayons* peuvent, en passant par les extrémités des corps, se replier en plusieurs manières, et, pour ainsi dire, serpenter; et que ceux qui paroissent tomber sur les corps, sont réfléchis ou rompus avant d'y arriver. Il ajoute qu'ils peuvent par le même principe souffrir différentes réfractions, réflexions, et inflexions. (*Voyez* DIFFRACTION). Voici encore quelques questions que le même philosophe propose sur cette matière.

Ne sont-ce point les *Rayons* qui, frappant le fond de l'œil, excitent dans la rétine des vibrations qui s'étendent jusqu'au cerveau par le moyen des fibres, des nerfs optiques, et causent la vision? Les *Rayons* différens ne causent-ils point des vibrations plus ou moins fortes, qui excitent la sensation de différentes couleurs, de même que les vibrations de l'air, suivant leur plus ou moins de force, excitent les sensations des différens sons? (*Voyez* SON).

Les *Rayons* les plus réfrangibles ne causent-ils pas les vibrations les plus courtes, pour exciter la sensation d'un violet foncé; et les moins réfrangibles les plus longues, pour exciter cette sensation d'un rouge foncé; et les divers espaces intermédiaires de *Rayons*, des vibrations de grandeurs intermédiaires, pour exciter les sensations des couleurs de même nature? (*Voyez* COULEURS).

L'harmonie et la dissonnance des couleurs ne peuvent-elles pas venir de la proportion de ces vibrations, de même que celles des sons dépendent des vibrations de l'air? Car il y a des couleurs dont l'union flatte l'œil,

comme l'or et l'indigo, et d'autres dont l'accord est extrêmement désagréable.

Les *Rayons* de la lumière n'ont-ils point divers côtés donés de plusieurs propriétés originales? Il semble, en effet, que chaque *Rayon* de lumière a deux côtés opposés qui possèdent une propriété, d'où dépend la réfraction extraordinaire du crystal d'Islande, et deux autres côtés qui en sont dénués. (*Voyez* CRYSTAL D'ISLANDE).

Les *Rayons* ne sont-ils point de petits corps émanés des substances lumineuses? En effet, de pareils corps peuvent avoir toutes les conditions de la lumière; et cette action et réaction, entre les corps transparens et la lumière, ressemblent parfaitement à la force attractive qui subsiste entre les autres corps. Il n'est besoin d'autre chose, pour la production de toutes les différentes couleurs, et de tous les degrés de réfrangibilité, sinon que les *Rayons* de lumière soient de différentes grosseurs; car les moindres peuvent former le violet, qui est la plus foible et la moins brillante de toutes les couleurs, et celle qui se détourne le plus de son droit chemin à la rencontre des corps; et les particules les plus grosses ne sont-elles pas celles qui produisent les couleurs plus fortes, le bleu, le vert, le jaune et le rouge? Il n'est besoin d'autre chose, pour faire que les *Rayons* se réfléchissent et se transmettent aisément, sinon qu'ils soient de petits corps, qui, par attraction ou par quelqu'autre propriété semblable, excitent des vibrations dans les corps sur lesquels ils agissent; car ces vibrations étant plus vives que celles des *Rayons*, elles les changent et les altèrent successivement, au point d'augmenter et de diminuer par degrés leur vitesse, et d'y causer les variétés dont nous venons de parler.

Enfin la réfraction extraordinaire du crystal d'Islande n'est-elle pas causée par quelque vertu attractive qui réside dans certains côtés, tant du *Rayon* que du crystal? Voilà les idées de *Newton* sur les propriétés des *Rayons* de lumière; idées que ce philosophe n'a qu'ébauchées, parce qu'elles ne pouvoient pas être rendues autrement.

RAYON VECTEUR. On appelle *Rayon vecteur* d'une planète, la ligne droite tirée du centre de cette

planète au centre de l'astre autour duquel elle fait sa révolution; ou bien le *Rayon vecteur* est la distance de la planète à celui des foyers de son ellipse, qui est occupé par son astre central. Soit *A B D P (Pl. LII, fig. 5.)* l'orbite elliptique d'une planète, décrite autour du foyer *S*, où est placé le soleil; *B* le lieu actuel d'une planète pour un instant donné: la ligne *S B* sera le *Rayon vecteur.*

REACTION. Action d'un corps sur un autre corps qui le choque ou qui le comprime. Cette action consomme toujours une partie de la force du corps qui choque ou qui comprime, et cette partie consommée est égale à la *Réaction.* C'est pour cela que l'on dit que *la Réaction est égale à l'action ou à la compression.* Et c'est là un axiome reçu de tous les physiciens. En effet, autant un cheval tire une voiture en avant, autant la voiture retire le cheval en arrière: et si le cheval n'avoit que la force nécessaire pour contrebalancer la résistance de la voiture, il n'avanceroit pas. Ainsi il n'avance que parce qu'après avoir employé une partie de sa force à faire équilibre à cette résistance, il lui en reste encore pour la vaincre et l'emporter.

C'étoit un axiome dans les écoles, qu'il n'y a point d'action sans *Réaction.* Mais on ignoroit que la *Réaction* est toujours égale à l'action. C'est *Newton* qui a fait le premier cette remarque, et qui nous a appris que les actions de deux corps qui se heurtent l'un l'autre, sont exactement égales, mais s'exercent en sens contraires; ou, ce qui est la même chose, que l'action et la *Réaction* de deux corps l'un sur l'autre, produisent des changemens égaux sur tous les deux, et que ces changemens sont dirigés en sens contraires.

Ainsi quelque corps que ce soit qui en presse ou en attire un autre, il en est également pressé ou attiré. (*Voyez* LOIX DE LA NATURE.)

Si un corps mu, venant à en choquer un autre, change son mouvement en quelque direction que ce soit, le mouvement du premier s'est aussi altéré en sens contraire; et cela en conséquence de la *Réaction* du second corps, et de l'égalité des deux impressions réciproques.

Ces actions produisent des changemens égaux, non pas à la vérité dans les vîtesses, mais dans les mouvemens des deux corps, c'est-à-dire, dans les produits de leurs masses par leurs vîtesses. (*Voyez* PERCUSSION.)

REATTRACTION ELECTRIQUE. Action d'un corps actuellement électrique, par laquelle il attire de nouveau un corps qu'il avoit déjà attiré, mais qu'il avoit ensuite repoussé. Si l'on présente un corps léger à un corps actuellement électrisé, il sera porté précipitamment vers ce corps par une puissance qui demeure invisible; et l'on dit que ce corps est *attiré*. (*Voyez* ATTRACTION ELECTRIQUE). Si ce corps léger est de nature à s'électriser par communication, il deviendra électrique par le voisinage du corps qui l'a attiré; et alors il sera *repoussé* (*Voyez* RÉPULSION ELECTRIQUE): mais si ce petit corps ainsi repoussé vient à toucher quelque corps an-électrique (*Voyez* AN-ELECTRIQUE), il sera attiré de nouveau par le corps qui l'avoit déjà attiré; car par cet attouchement il perdra sa vertu électrique, et se trouvera dans le même cas où il étoit lorsqu'il a été attiré la première fois: on dit alors qu'il est *réattiré*; et cela s'appelle *Réattraction électrique*.

RECIPIENT. *Terme de physique*. On appelle *Récipient* le vase de verre *ACB* (*Pl. XXIV*, *fig.* 9.) fait en forme de voûte, que l'on met sur la platine d'une machine pneumatique, afin d'en faire sortir l'air qui y est contenu (*Voyez* MACHINE PNEUMATIQUE), et de faire par-là ce qu'on appelle le *vide*. On se sert de vases de verre, afin de pouvoir être témoin des expériences qu'on exécute dans le vide. On donne à ces vases la forme de voûte dans leur partie supérieure, et celle de cylindre dans le reste de leur longueur, afin de les mettre à l'abri d'être écrasés par la pression extérieure de l'air, qui vient de son poids. Car la surface extérieure étant nécessairement plus grande que la surface intérieure, toutes les parties qui composent l'épaisseur, ressemblent à celles dont on fait les cintres, comme on le peut voir par les *figures* 11 et 12 (*Pl. XXIV*), dont la première représente l'épaisseur d'un *Récipient* coupé selon la longueur de son axe; et la seconde fait voir le même vase coupé pa-

rallèlement à sa base. Toutes ces parties sont autant de coins ou de pyramides tronquées, qui se soutiennent mutuellement, à mesure qu'elles sont pressées vers un axe ou un centre commun, par l'action de l'air, qui est un fluide qui pèse en tous sens. Une preuve convaincante que la forme arrondie défend les *Récipiens* contre le poids de l'air, lorsqu'ils en sont vidés, c'est qu'ils se cassent infailliblement quand ils ont une autre figure. Car si l'on applique à la machine pneumatique un *Récipient* dont la partie supérieure soit plate au lieu d'être arrondie, il se brisera après quelques coups de piston. Il est aisé d'en faire l'épreuve en se servant du petit *Récipient* représenté par la *figure* 13 (*Pl. XXIV*): il est ouvert de part et d'autre; mais on étend et on lie dessus un morceau de vessie mouillée, qui lui sert de fond, et qu'on laisse sécher. A mesure qu'on fait agir la pompe en dessous pour le vider, le poids de l'air extérieur fait prendre à cette vessie tendue la forme d'une calotte renversée, qui enfin crève avec éclat. Si l'on mettoit dessus ce *Récipient* un morceau de verre à la place de la vessie, il se briseroit de même, pourvu qu'il fût exactement appliqué sur les bords du vaisseau, par le moyen d'un cuir interposé, ou autrement.

Pour transmettre toutes sortes de mouvemens dans le vide, on se sert d'un *Récipient DFE* (*Pl. XXIV, fig.* 10.) ouvert par le haut, et garni en *F* d'un cylindre de cuivre, fermé dans sa partie supérieure par une plaque de même métal, percée à son centre en forme d'écrou. A ce cylindre s'adapte une boîte cylindrique de cuivre *FG* (*Pl. XXIV*, *fig.* 15.) remplie de rondelles de cuir gras, pressées les unes sur les autres, au travers desquelles on fait passer une tige de métal *HI*, bien arrondie et bien cylindrique. A l'extrémité *H* de cette tige est un anneau *V* par lequel on peut la faire mouvoir de bas en haut et en tournant, et à son autre bout *I* on ajuste un crochet *C* ou tel autre instrument dont on a besoin selon les circonstances. Par le moyen de cette boîte à cuirs, lorsqu'elle est bien faite, on peut transmettre toutes sortes de mouvemens dans le vide, sans que les différens mouvemens de la tige fassent rentrer l'air, au moins d'une quantité sensible.

RECIPROCATION DU PENDULE. On appelle ainsi un petit mouvement presqu'insensible de libration ou d'oscillation que doit avoir, suivant quelques philosophes, un long *Pendule* attaché fixement à un plancher, et qu'on y laisse en repos.

Il est certain que le centre de gravité de la terre change continuellement de place, ne fût-ce que par le mouvement du flux et reflux. (*Voyez* FLUX *et* REFLUX). Or ce mouvement dans le centre de gravité doit produire une altération dans la direction et le mouvement des graves. Reste à savoir si cette altération est sensible. Pour cela, il faut suspendre à un plancher un long *Pendule*, et voir si ce *Pendule* est dans un parfait repos. Un gentilhomme de Provence, nommé *Calignon de Peirins*, ami de *Gassendi*, ayant fait cette expérience sur un *Pendule* de trente pieds (environ 10 mètres), prétendit y avoir observé du mouvement; ce qui occasionna entre les Savans une dispute dont on peut voir le détail dans l'Histoire de l'Académie de 1742: depuis ce temps, d'autres Savans ont entrepris de répéter la même expérience, et ont trouvé des résultats différens, les uns tenant pour le balancement, les autres le niant. Enfin *Bouguer*, dans les Mémoires de l'Académie de 1754, a traité cette matière avec beaucoup de soin; et il en résulte que la *Réciprocation du Pendule*, lorsqu'il y en a, tient à une cause prochaine et irrégulière, et ne peut être mise au rang des phénomènes généraux qui dépendent du système du monde.

RECTANGLE. C'est un quadrilatère ou une figure terminée par quatre côtés, dont les deux opposés seulement sont égaux, et dont tous les angles sont égaux. Telle est la *figure EFGH* (*Pl. I, fig.* 19.) dont tous les angles sont droits, et dont la longueur *EF* est plus grande que la largeur *EH*; et les deux côtés opposés *EF* et *HG* seulement, aussi bien que les deux autres côtés aussi opposés *EH* et *FG* sont égaux. On trouve l'aire d'un *Rectangle* en multipliant sa longueur *EF* par sa largeur *EH*. Deux *Rectangles* sont semblables, lorsque la longueur de l'un est avec sa largeur dans une même raison que la longueur de l'autre est aussi avec sa largeur. Ainsi deux *Rectangles* seront semblables,

si la longueur de l'un étant à sa largeur comme 3 est à 2, la longueur de l'autre est aussi à sa largeur comme 3 est à 2; ce qui subsisteroit toujours, quoique l'un seroit deux ou trois fois plus long que l'autre.

RECTANGLE se dit encore de toute figure qui a un ou plusieurs angles droits. Ainsi un triangle qui a un angle droit, est un triangle *Rectangle*. (*Voyez* TRIANGLE RECTANGLE). Un parallélogramme dont les angles sont droits, est un parallélogramme *Rectangle*. (*Voyez* PARALLÉLOGRAMME).

RECTANGLE. (*Triangle*) (*Voyez* TRIANGLE RECTANGLE).

RECTANGULAIRE. Epithète que l'on donne à une figure, quand un ou plusieurs de ses angles sont droits. Ainsi un triangle dont un des angles est droit, est un triangle *Rectangulaire*. On l'appelle ordinairement triangle *Rectangle*.

On appelle aussi *Rectangulaire* un solide, dont l'axe est perpendiculaire au plan de l'horizon. Ainsi les cônes, les cylindres, les pyramides, etc. dont l'axe est perpendiculaire au plan de l'horizon, sont des cônes, des cylindres, des pyramides, etc. *Rectangulaires*. On les appelle autrement des cônes droits, des cylindres droits, des pyramides droites, etc.

RECTIFICATION. Opération de chymie par laquelle on sépare d'une substance toutes les parties hétérogènes, ou qui ne lui appartiennent pas. Par exemple, l'opération par laquelle on sépare l'esprit-de-vin du phlegme ou de l'eau avec lequel il est mêlé, s'appelle *Rectification* de l'esprit-de-vin; et cet esprit-de-vin se nomme alors *Rectifié*.

On appelle aussi *Rectification*, l'art de changer une ligne courbe en une ligne droite, ou de trouver une ligne droite égale à une ligne courbe donnée.

RECTIFIER. On entend par-là ajuster, disposer un instrument à une opération. Par exemple, on *Rectifie* un globe céleste 1°. en élevant le pole au-dessus de l'horizon conformément à la latitude du lieu où l'on est : 2°. en plaçant au côté gradué du méridien le lieu du soleil dans l'écliptique du globe pour le jour auquel on observe : 3°. en mettant l'index horaire aux 12 heures

de midi. Le globe étant ainsi *Rectifié*, on le fait tourner sur son axe, jusqu'à ce que l'index horaire se trouve sur l'heure qu'il est au moment de l'observation : alors le globe vous indique l'état actuel du ciel.

RECTILIGNE. Epithète que l'on donne à des figures qui sont terminées par des lignes droites. Par exemple, un triangle formé par trois lignes droites, est un triangle *Rectiligne*.

RECTILIGNE. (*Angle*) (*Voyez* ANGLE RECTILIGNE).

RECTILIGNE. (*Mouvement*) (*Voyez* MOUVEMENT RECTILIGNE).

RECTILIGNE. (*Triangle*) (*Voyez* TRIANGLE RECTILIGNE).

RECUIT. C'est l'action de cuire de nouveau une pièce quelconque. On appelle aussi *Recuit*, la qualité qu'acquiert la pièce recuite par l'action de la recuire. Lorsqu'après avoir trempé un morceau d'acier, on le fait chauffer de nouveau, et qu'on le laisse refroidir lentement, on dit lui avoir donné le *Recuit* (*Voyez* TREMPE DE L'ACIER) : ce *Recuit* le rend moins dur et moins cassant.

RECUL. Mouvement en arrière de quelque corps que ce soit, mais singulièrement d'une arme à feu. Plus la charge est forte, toutes choses égales d'ailleurs, plus le *Recul* est considérable.

Le *Recul* est causé par l'action de la poudre, qui en s'enflammant agit d'abord également sur toutes les parties intérieures de la chambre, ce qu'elle ne peut faire sans donner un petit mouvement à la pièce de tout sens; mais comme la résistance des côtés dirige l'action de la poudre, selon la direction de l'ame du canon, lorsqu'elle agit sur le boulet pour le pousser ou chasser en avant, elle agit aussi vers la partie de l'ame opposée à l'ouverture de la pièce, c'est-à-dire, vers la culasse, à laquelle elle donne ce mouvement en arrière, qu'on appelle *Recul*. Le *Recul* diminue une partie de l'action de la poudre sur le boulet, mais on ne peut éviter cet inconvénient. Si l'on vouloit empêcher l'affût de s'y prêter, l'action de la poudre le briseroit en très-peu de temps.

RÉFLÉCHI. Epithète que l'on donne à un rayon de lumière qui a éprouvé un changement de direction par la rencontre d'un obstacle impénétrable pour lui, lequel l'a obligé à rejaillir suivant une direction différente de celle qu'il avoit auparavant. (*Voyez* RÉFLEXION DE LA LUMIÈRE).

On appelle aussi *Réfléchi*, le mouvement d'un corps qui a éprouvé le changement de direction dont nous venons de parler. (*Voyez* RÉFLEXION).

RÉFLÉCHI. (*Mouvement*) (*Voyez* MOUVEMENT RÉELÉCHI).

RÉFLÉCHISSANT. Epithète que l'on donne aux surfaces qui occasionnent la réflexion, soit de la lumière, soit des autres corps. (*Voyez* RÉFLEXION).

RÉFLEXIBILITÉ. Propriété ou disposition qu'ont certains corps à rejaillir, lorsqu'ils rencontrent un obstacle impénétrable pour eux, et qui les empêche de passer outre.

La *Réflexibilité* ne peut appartenir qu'aux corps élastiques : s'il n'y avoit point d'élasticité dans les corps, il n'y auroit point de *Réflexibilité*. Mais, comme l'élasticité n'est pas au même degré dans tous les corps, tous aussi ne jouissent pas également de cette propriété que nous nommons *Réflexibilité*. (*Voyez* RÉFLEXION).

Newton a découvert le premier que les rayons de lumière, qui sont de différentes couleurs, ont différens degrés de *Réflexibilité;* ce qu'il prouve par l'expérience suivante. Il applique un prisme *DFE* (*Pl. LXXXIX, fig.* 55.) dont les angles *E*, *D*, sont chacun de 45 degrés, à l'ouverture *C* d'une chambre obscure ; de telle sorte qu'une partie de la lumière se réfléchisse du point *G* de la base. Les rayons violets se réfléchissent les premiers, suivant *GH*, tandis que les autres se rompent, suivant *GK*, *GI*, etc. Après quoi les rayons bleus sont ceux qui se rompent le plus, ensuite les verts, etc. (*Voyez* COULEURS).

Il paroit aussi, par d'autres expériences, que les rayons de lumière qui sont les plus réflexibles, sont aussi les plus réfrangibles. (*Voyez* RÉFRACTION DE LA LUMIÈRE).

RÉFLEXIBLE. Epithète que l'on donne aux corps qui ont la propriété de se réfléchir. Cette propriété

n'étant pas au même degré dans tous les corps, les uns sont plus *Réflexibles* que les autres. (*Voyez* RÉFLEXIBILITÉ *et* RÉFLEXION). Cela dépend de certaines dispositions, et sur-tout de leur degré d'élasticité. Les rayons de lumière, par exemple, sont plus *Réflexibles* les uns que les autres. (*Voyez* COULEURS).

REFLEXION. Changement de direction que reçoit un corps en mouvement, lorsqu'il rencontre un obstacle impénétrable pour lui, lequel l'oblige à rebrousser chemin, et le fait rejaillir après le choc. La véritable cause de ce changement de direction est le ressort des corps : ainsi, si les corps n'avoient point de ressort, il n'y auroit point de *Réflexion*. Il n'y a donc que les corps élastiques qui puissent être susceptibles de ce mouvement *Réfléchi*. Mais tous les corps élastiques ne le sont pas également ; et il n'y en a aucun, si l'on en excepte la matière de la lumière, l'air et les gas, qui le soit parfaitement. Cependant, pour rendre la théorie plus simple, nous supposerons que les corps ont un ressort parfait, et par conséquent leur réaction parfaite, ou qu'ils n'en ont point du tout.

Supposons donc que l'obstacle *D E* (*Pl. IV, fig. 7.*) est un corps dont l'élasticité est parfaite ; et que le corps *C* est parfaitement dur, et par conséquent non-élastique. Le corps *C* étant porté de *F* en *A* avec un certain degré de vîtesse, et dans une direction perpendiculaire à l'obstacle *D E*, le frappe avec une force résultante de sa masse et de sa vîtesse, et y produit l'enfoncement *d B e* : le point de contact *A* est, par cet effort, porté jusqu'en *B* : ce point *A* est le premier comprimé, parce qu'il est le premier touché par le mobile *C* ; et après lui, tous les autres points qui le suivent de part et d'autre, jusqu'aux points *d* et *e*, qui sont les derniers comprimés. Cet effet n'a pas lieu dans un instant indivisible ; il exige un temps fini pour être produit ; et, quoique très-court, ce temps peut être divisé en plusieurs instans. Au premier instant le mobile *C* exerce, contre un très-petit espace de l'obstacle qu'il rencontre, un effort qui est comme sa masse et sa vîtesse actuelle ; en conséquence duquel il déplace les parties qu'il touche : ce déplacement occasionne une

résistance qui détruit une portion de la vîtesse du mobile. Ce mobile en a donc moins au second instant qu'au premier. Mais alors les parties enfoncées donnent lieu au mobile de toucher l'obstacle par une plus grande surface, d'agir sur un plus grand nombre de parties : en outre ces parties condensées par la compression qu'elles ont éprouvée au premier instant, résistent davantage, ce qui retarde encore plus la vîtesse du mobile. Par les mêmes raisons elle est encore plus retardée au troisième instant, et ainsi de suite, jusqu'à ce que le mobile ait consommé tout son mouvement. On voit par-là que la vîtesse du mobile diminue par des quantités qui vont toujours en augmentant. Quand le mobile *C* a consommé toute sa force, les parties enfoncées *dBe*, et que nous supposons parfaitement élastiques, n'étant plus retenues, se rétablissent dans leur premier état : elles repoussent donc le mobile *C* devant elles, et tendent à le diriger comme elles. La partie *B*, qui a été enfoncée la première, se rétablit aussi avant les autres, et pousse le mobile *C* dans la direction *AF*; direction dont il ne doit pas sortir, parce que ses parties correspondantes, de part et d'autre, obéissent à des réactions semblables. De plus, cette partie *B* est reportée en *A* avec une vîtesse égale à celle avec laquelle elle a été déplacée. Sa vîtesse, ainsi que celle du mobile *C*, qu'elle pousse devant elle, est donc accélérée dans la même proportion suivant laquelle elle a été retardée d'abord : de sorte que, lorsque, par cette réaction, le mobile *C* est redevenu tangent à la surface *DE*, il a une vîtesse égale à celle qu'il avoit d'abord en arrivant à cette surface ; et par conséquent une force capable de le porter de *A* en *F* dans un temps égal à celui qu'il a employé à venir de *F* en *A*. Nous avons dit que le mobile *C* arrive à la surface *DE* par une ligne *FA* perpendiculaire à cette surface, et faisant avec elle un angle droit : par ce que nous venons de dire, on voit que ce mobile rejaillit par la même ligne ; donc dans ce cas-là son angle de *Réflexion* est égal à celui de son incidence.

Mais il arrive souvent que le mobile tombe obliquement sur l'obstacle : alors il change de direction ;

il rejaillit par une autre route, parce que ses parties correspondantes éprouvent des résistances inégales. Supposons que le mobile *I* (*Pl. IV*, *fig.* 6.) arrive à la surface *RS* par la ligne oblique *TM*, faisant avec cette surface l'angle *TMS*. Supposons encore que le mobile *I* est parfaitement dur, et que l'obstacle *RS* est parfaitement élastique. Le mobile *I* touche l'obstacle d'abord au point *i*; ce qui commence à retarder sa vîtesse: ensuite, en produisant l'enfoncement *ip*, que nous supposons être la valeur de son effort, il touche à chaque instant une plus grande surface, il agit sur un plus grand nombre de parties, et sur des parties de plus en plus résistantes, comme ayant été condensées par la compression qu'elles ont éprouvée dans les premiers instans: de sorte que sa vîtesse est retardée par des quantités qui vont toujours en augmentant; ce qui fait que son centre, au lieu de descendre par une ligne droite, descend par la courbe *IM*. Quand le mobile a consommé tout son mouvement, les parties enfoncées, n'étant plus retenues, se rétablissent successivement, et selon l'ordre suivant lequel elles ont été comprimées: par-là la vîtesse du mobile est accélérée en montant dans la même proportion suivant laquelle elle a été retardée en descendant; ce qui fait que le centre du mobile remonte par la courbe *MP* parfaitement semblable à la courbe *MI*, par laquelle il est descendu. Ainsi comme l'extrémité *I* de la ligne *TI* de son incidence est le commencement de la première courbe *IM*, de même l'extrémité *P* de la seconde courbe *MP* est le commencement de la ligne *PQ* de sa *Réflexion*: ce qui rend l'angle de *Réflexion QMR* parfaitement égal à l'angle d'incidence *TMS*.

L'égalité de ces angles d'incidence et de *Réflexion* se démontre d'une manière géométrique, en faisant usage d'un principe que nous avons employé, en parlant du mouvement composé (*Voyez* MOUVEMENT COMPOSÉ), savoir, que le mobile qui parcourt la ligne *TM*, se comporte comme s'il obéissoit à deux puissances, dont une le feroit avancer de la quantité *TV* pendant que l'autre le feroit descendre de la quantité *TS*. Si, lorsqu'il est parvenu en *M*, une cause quelconque lui

ôte toute sa vitesse de haut en bas sans rien diminuer de sa vitesse horizontale, il doit parcourir la ligne *MR* dans un temps égal à celui qu'il a employé à aller de *T* en *M*, parce qu'il n'est plus commandé que par une puissance. Mais au lieu de cette supposition, si, lorsque le mobile est en *M*, la puissance qui le commande de haut en bas se convertit en une autre puissance d'égale force, mais qui le sollicite à se mouvoir de bas en haut, il sera de nouveau commandé par deux puissances, dont l'une sera *MV* et l'autre *MR*; et il suivra la diagonale *MQ*, qui fait nécessairement, avec le plan *RS*, un angle égal à celui que fait avec le même plan la diagonale *TM*; puisque ce sont les diagonales de deux parallélogrammes égaux et semblablement placés. Or nous venons de voir ci-dessus (*Pl. IV*, *fig.* 7.) que le mouvement de haut en bas se change, à pareil degré, en un autre qui lui est directement opposé : donc, etc.

Nous avons supposé le mobile parfaitement dur, et nous n'avons eu égard qu'au ressort du plan qui réfléchit. Les mêmes effets auroient lieu si le plan étoit parfaitement dur, et que le mobile seul fût élastique : car dans le choc il s'applatiroit; et les parties comprimées, en se rétablissant, s'appuieroient sur le plan, et repousseroient le mobile avec une vitesse égale à celle avec laquelle elles auroient été comprimées, et dans un sens contraire. Il est vrai qu'aucune de ces deux suppositions ne représente la nature : il n'y a point de corps parfaitement dur, et tous ont de l'élasticité peu ou beaucoup. Ainsi toutes les fois qu'il y a *Réflexion*, le mobile et l'obstacle y ont tous deux part, chacun suivant son degré d'élasticité.

De tout ce que nous venons de dire, il s'ensuit que le ressort est la cause nécessaire de la *Réflexion*; et que la direction du mouvement *réfléchi* est telle que l'angle de *Réflexion* seroit toujours égal à l'angle d'incidence, si la réaction étoit parfaite. Mais comme c'est là le cas le plus rare, on ne doit pas s'attendre ordinairement dans la pratique à avoir des effets bien conformes à la théorie. Communément l'angle de *Réflexion* est plus petit que l'angle d'incidence. Il n'y a

que dans les mouvemens de la lumière et de l'air où ces angles se trouvent parfaitement égaux. (*Voyez* ANGLE DE RÉFLEXION *et* RÉFLEXION DE LA LUMIÈRE).

On a mis en question, s'il y a quelques momens de repos ou intervalle entre l'incidence et la *Réflexion*: les péripatéticiens et tous ceux qui conçoivent le mouvement réfléchi comme différent de l'incident sur le même corps, tiennent pour l'affirmative. Le mouvement d'incidence, suivant ces auteurs, est entièrement perdu et détruit par la résistance de l'obstacle qu'il rencontre, et le mobile demeure là parfaitement en repos au point de contact, jusqu'à ce qu'une cause contraire l'oblige à se réfléchir de nouveau.

Les cartésiens soutiennent la négative, et nient qu'il y ait aucun repos entre l'incidence et la *Réflexion*; ils alléguent pour preuve de ce qu'ils avancent, que si le mouvement venoit à cesser un seul moment, il n'y auroit qu'une nouvelle cause étrangère qui pût le faire renaître, et que le corps demeureroit dans ce nouvel état aussi long-temps que s'il étoit en repos depuis un temps considérable. (*Voyez* REPOS *et* LOIX DE LA NATURE).

En conséquence *Rohaut* et d'autres définissent la *Réflexion*, le détour ou le changement de détermination qui arrive à un corps qui se meut à la rencontre d'un autre qu'il ne peut pénétrer.

De même, disent-ils, qu'un pendule, après être parvenu à la plus grande hauteur où il peut atteindre, ne s'arrête point; de même deux corps durs, qui se rencontrent directement, ne s'arrêtent point, mais continuent leur mouvement dans un sens contraire, suivant la loi que la nature a établie, et cela par l'influence ou impulsion immédiate de la cause qui les a d'abord mis en mouvement. Mais cette doctrine est aujourd'hui presqu'universellement rejetée.

En effet, il n'y a aucune raison qui oblige un corps parfaitement dur, comme les Cartésiens le supposent, de se réfléchir lorsqu'il rencontre un plan inébranlable. Lorsque ce corps dur vient choquer le plan, il perd tout le mouvement qu'il avoit dans cette direction; et, pour qu'il reçoive du mouvement dans une autre direction,

tion, il faut de deux choses l'une, ou qu'il reçoive le mouvement de quelque cause, ou que ce mouvement se trouve déjà implicitement, pour ainsi dire, dans le mouvement qu'il avoit déjà, à-peu-près comme le mouvement d'un corps par un des côtés d'un parallélogramme, se trouve implicitement dans son mouvement par la diagonale; en sorte que si on oppose à ce corps mu, suivant la diagonale, une puissance qui arrête son mouvement dans la direction d'un des côtés, le corps prendra de lui-même la direction et la vîtesse qu'il doit avoir suivant l'autre côté du parallélogramme. (*Voyez* COMPOSITION DU MOUVEMENT).

Or on ne peut supposer ici aucune de ces deux choses. 1°. Le plan ou corps choqué qui par la supposition est inébranlable, et n'a qu'une force de résistance purement passive, ne peut donner au corps aucun mouvement, il ne peut qu'arrêter celui que ce corps avoit. 2°. On ne peut pas dire non plus que le mouvement du corps en arrière existât implicitement dans le mouvement primitif: car soit b le mouvement primitif du corps, a le mouvement qu'on lui suppose en arrière; il faudroit, dans cette supposition, regarder la vîtesse b comme composée du mouvement a que le corps garde après le choc, et d'un autre mouvement qui est détruit. Or ce mouvement détruit ne pourroit être que $a + b$, car la vîtesse b est composée de la vîtesse a en arrière, et de la vîtesse $a + b$ en avant. Donc la vîtesse $a + b$ doit être détruite par la rencontre du plan, et à plus forte raison la vîtesse a; donc le corps choquant doit rester en repos.

La raison qui a porté les Cartésiens à établir cette loi de *Réflexion*, c'est que, selon eux, il ne doit point y avoir de mouvement perdu dans la nature, et que par conséquent un corps ne doit point perdre son mouvement sans le communiquer à un autre; et comme on suppose ici que le corps choquant ne peut pas communiquer son mouvement, ils en concluent qu'il doit se réfléchir avec ce mouvement. Mais, outre qu'il est ici question de corps parfaitement durs, qui n'existent point dans la nature, nous observons souvent dans le choc des corps

que la même quantité de mouvement ne s'y conserve pas. (*Voyez* PERCUSSION).

Les auteurs modernes les plus célèbres conçoivent la *Réflexion* comme un mouvement propre aux corps élastiques, par lequel, après en avoir frappé d'autres qu'ils n'ont pu mouvoir de leur place, ils s'en éloignent en retournant en arrière par leur force élastique. (*Voyez* ELASTICITÉ).

C'est sur ce principe que quelques auteurs assurent qu'il peut y avoir et qu'il y a effectivement un moment de repos entre l'incidence et la *Réflexion*; puisque le mouvement réfléchi n'est point une continuation du premier, mais un nouveau mouvement qui naît d'une nouvelle cause ou principe, savoir de la force d'élasticité. Cependant l'opinion de ces auteurs, prise en un certain sens, n'est point une suite nécessaire de la nature de l'élasticité. Un corps à ressort qui vient frapper un plan, se bande et s'applatit peu-a-peu en changeant de figure, et consomme petit-à-petit tout le mouvement qu'il avoit et qu'il emploie à bander son ressort. Quand une fois le ressort est totalement bandé, et que le corps a perdu tout son mouvement, le ressort se débande aussitôt sans qu'il y ait d'intervalle entre le commencement du débandement et la fin du bandement.

En effet, quelle seroit la cause qui feroit que le ressort resteroit bandé lorsque le mouvement du corps est entièrement cessé, et que rien ne s'oppose au débandement du ressort? Il se débandera donc aussitôt, et rendra par degrés au corps tout le mouvement qu'il avoit perdu, précisément comme un pendule qui retombe après avoir monté. Il n'y aura donc point d'intervalle entre la fin du bandement, qu'on peut regarder comme le terme de l'incidence, et le commencement du débandement, qu'on peut regarder comme le premier moment de la *Réflexion*. Car quand ce corps commence à se débander, toutes ses parties, hors celle du point de contact, commencent à s'éloigner du plan; et tant que le corps bande son ressort, toutes ses parties s'approchent du même plan. Mais si on veut prendre pour le moment d'incidence celui où le corps vient à toucher le plan, et pour le moment de *Réflexion* celui où le corps quitte entiè-

rement le plan, il est évident qu'il y aura un intervalle de temps fini, quoique très-court, entre l'incidence et la *Réflexion*, savoir, le temps que le ressort met à se bander et à se débander. (*Voyez* ELASTICITÉ).

C'est une des grandes loix de la *Réflexion* que l'angle qu'un corps réfléchi fait avec le plan de l'obstacle réfléchissant, est égal à celui sous lequel il frappe cet obstacle. Cette loi se démontre de la manière suivante : imaginons qu'un corps ou point élastique *A* (*fig.* 26, *Pl. LXXXVI*) vienne frapper le plan immobile *DE* suivant la direction *AB*, le mouvement de ce corps suivant *AB* peut être regardé comme composé d'un mouvement suivant *AF* perpendiculaire au plan *DE*, et d'un mouvement suivant *FB* parallèlement au plan *DE*. (*Voyez* COMPOSITION DU MOUVEMENT). Or comme de ces deux mouvemens il n'y a que le mouvement suivant *AF* auquel le plan résiste, le ressort se comprimera et se débandera suivant *AF*, ou, ce qui revient au même, suivant *BH*; ainsi le corps *A* ou *B* recevra en arrière, suivant *BH*, un mouvement égal et parallèle à *AF*; mais ce même corps garde, outre cela, le mouvement suivant *BF*, qui n'est ni détruit, ni altéré par le plan : son mouvement, après le choc, est donc composé d'un mouvement *BG* égal à *BF*, et d'un mouvement *BH* égal à *AF*; il décrira donc la diagonale *BC*, laquelle fera évidemment l'angle *CBG* de *Réflexion* égal à l'angle *ABF* d'incidence. (*Voyez* ANGLE D'INCIDENCE). Pour les différentes loix de mouvement que l'on a observées dans les réflexions des corps, *Voyez* PERCUSSION.

REFLEXION. (*Angle de*) (*Voyez* ANGLE DE RÉFLEXION).

REFLEXION DE LA LUMIERE. Changement de direction que reçoivent les rayons de lumière, lorsqu'ils rencontrent des obstacles impénétrables pour eux, et qui les empêchent de passer outre.

Les rayons de lumière suivent, dans leur *Réflexion*, les mêmes loix que suivent les autres corps (*Voyez* RÉFLEXION); mais ils exécutent ces loix avec plus de précision que ne le font les autres corps, parce qu'ils ont une élasticité parfaite; c'est pourquoi, dans tous les cas,

ils font leur angle de *Réflexion* parfaitement égal à celui de leur incidence.

C'est par la *Réflexion* des rayons de lumière qui tombent sur les surfaces des corps éclairés, que ces mêmes corps deviennent visibles (*Voyez* VISION); et c'est la disposition qu'ont les corps à réfléchir tels ou tels rayons en plus grande abondance, qui est la cause des différentes couleurs qu'on y remarque. (*Voyez* COULEURS).

La *Réflexion de la lumière* de dessus les surfaces des miroirs fait l'objet de la catoptrique. (*Voyez* CATOPTRIQUE).

La *Réflexion de la lumière*, ainsi que *Newton* l'a fait voir, ne se fait point par les rayons qui frappent toutes les parties d'un corps, mais par quelque propriété de ce même corps également répandue sur toute sa surface, au moyen de laquelle il agit sur le rayon, l'attirant ou le repoussant sans aucun contact immédiat. (*Voyez* RAYON DE LUMIÈRE).

Il prétend que c'est ce même pouvoir qui fait que les rayons se rompent dans d'autres circonstances, et qu'ils émanent du corps lumineux. (*Voyez* LUMIÈRE). Les raisons dont il se sert pour prouver son sentiment sont, 1°. que les surfaces des miroirs qui paroissent les plus unies à l'œil, sont cependant raboteuses et inégales; puisque polir une glace n'est autre chose qu'enlever ses parties les plus éminentes par le moyen du sable ou du tripoli. Si donc les rayons de lumière étoient réfléchis en frappant les parties solides du verre, les *Réflexions* ne seroient jamais aussi exactes qu'elles le sont, et le verre le plus uni écarteroit autant les rayons que le plus raboteux. Il reste donc à savoir comment un verre poli peut réfléchir les rayons aussi régulièrement qu'il le fait, et on ne peut résoudre ce problême, qu'en disant que la *Réflexion* d'un rayon se fait, non d'un seul point du corps réfléchissant, mais par quelque faculté de ce corps également répandue sur toute sa surface, par laquelle il agit sur un rayon sans aucun contact immédiat; car on a déjà fait voir *au mot* DIFFRACTION, que les parties des corps agissent sur la lumière à une certaine distance.

2°. Si l'on fait en sorte que les couleurs que l'on a

séparées par le moyen d'un prisme, placé à l'endroit par où un rayon de lumière entre dans une chambre obscure, tombent successivement sur un second prisme, placé à une très-grande distance du premier avec une même obliquité ; le second prisme peut être tellement incliné aux rayons incidens, qu'il réfléchisse tous ceux qui sont de couleur bleue, et qu'il donne passage à ceux qui sont rouges. Or, si la *Réflexion* étoit causée par les parties de l'air ou du verre, on pourroit demander d'où vient qu'à la même obliquité d'incidence, les rayons bleus frappent ces parties de manière qu'ils se réfléchissent, et que les rouges trouvent assez de pores pour passer à travers le prisme en grande quantité.

3°. Il n'y a point de *Réflexion* sensible au point où deux verres se touchent, et cependant on ne voit point d'où vient que les rayons ne heurtent point les parties du verre, lorsqu'il est contigu à un autre verre, avec autant de force que lorsqu'il l'est à l'air.

4°. Si les rayons rouges et bleus, qui ont été séparés par le prisme, tombent sucessivement sur une lame plate, de telle matière transparente que ce soit, dont l'épaisseur augmente en proportion arithmétique continue, telle qu'une lame d'air entre deux verres, dont l'un soit plan et l'autre un peu convexe, la même lame réfléchira dans la même partie tous les rayons d'une même couleur, et donnera passage à tous ceux d'une couleur différente ; mais elle réfléchira dans ses différentes parties les rayons d'une seule et même couleur à une épaisseur, et leur donnera passage à une autre, et ainsi alternativement et à l'iufini. Or on n'imaginera jamais que dans un endroit les rayons qui font voir, par exemple, une couleur bleue, rencontrent fortuitement les parties solides, et ceux qui font voir le rouge, les pores du corps; et que dans un autre endroit où le corps est ou un peu plus mince ou un peu plus épais, les rayons bleus frappent ses pores, et les rouges ses parties solides.

5°. Dans le passage de la lumière du verre dans l'air, la *Réflexion* est aussi forte que dans son passage de l'air dans le verre, et beaucoup plus forte que dans son passage de ce même verre dans l'eau. Il ne paroit

cependant pas possible que l'air ait un plus grand nombre de parties réfléchissantes que l'eau ou le verre ; et quand même on supposeroit que cela est, on n'en seroit pas plus avancé pour cela ; car la *Réflexion* est aussi forte, ou même plus forte, quand on écarte l'air du verre au moyen de la machine pneumatique, que quand il lui est contigu. On objectera peut-être, selon l'hypothèse de Descartes, qu'encore que l'on pompe l'air, il ne laisse pas d'y avoir une matière subtile qui le remplace, laquelle étant beaucoup plus dense, est par conséquent beaucoup plus propre qu'aucun autre corps à réfléchir la lumière. Mais quand nous n'aurions pas fait voir ailleurs (*Voyez* MATIÈRE SUBTILE), que cette matière subtile n'a jamais existé, l'expérience suivante suffiroit pour nous convaincre de la fausseté de cette hypothèse.

6o. Si la lumière, en passant du verre dans l'air, le frappe sous un angle moindre de 40 ou 41 degrés, elle se réfléchit entièrement ; mais si son obliquité est moindre, elle est transmise pour la plus grande partie. Or on ne peut pas s'imaginer que la lumière à un degré d'obliquité, rencontre assez de pores dans l'air pour lui donner passage, et que, sous un autre degré, elle ne rencontre que des parties capables de la réfléchir entièrement, surtout si l'on fait attention que dans son passage de l'air dans le verre, quelque oblique que soit son incidence, elle trouve assez de pores dans le verre pour en transmettre la plus grande partie. Que si l'on suppose qu'elle n'est point réfléchie par l'air, mais par les parties les plus superficielles du verre, la même difficulté subsistera toujours ; d'ailleurs une pareille supposition est inintelligible, et paroîtra également fausse, si l'on met de l'eau à la place de l'air derrière quelque partie du verre ; car, en supposant les rayons dans une obliquité convenable, par exemple, de 40 ou 46 degrés, suivant laquelle ils sont tous *réfléchis* dans l'endroit où l'air est contigu au verre, ils seront transmis pour la plupart dans l'endroit où l'eau le touchera ; ce qui prouve que leur *Réflexion* ou leur *transmission* dépend de l'air et de l'eau qui sont derrière le verre, et non point de ce qu'ils frappent les parties de ce dernier, les rayons ne se réfléchissant jamais qu'ils ne soient parvenus à

la dernière surface du verre et prêts à en sortir : car s'ils rencontrent, en sortant, la surface de l'eau et de l'huile, ils passent à travers : l'attraction du verre étant balancée ou diminuée par une force contraire, et ne pouvant avoir son effet, à cause de l'attraction de la liqueur qui lui est adhérente ; mais si les rayons, en sortant de cette dernière surface, tombent dans un vide qui n'a point d'attraction, ou dans l'air qui n'en a que fort peu, et point assez pour contrebalancer l'effet du verre, pour lors l'action du verre les attire de nouveau et les oblige à se *réfléchir*. Cela paroîtra encore plus évident, si l'on applique l'un contre l'autre deux prismes de verre, ou deux verres objectifs, dont l'un soit plat et l'autre un peu convexe, en sorte cependant qu'ils ne se touchent point et qu'ils ne soient pas trop éloignés ; car la lumière qui tombera sur la surface postérieure du premier verre, à l'endroit où il n'est pas éloigné du second d'un $\frac{1}{1000000}$ de pouce ($\frac{2705}{1000000000}$ de millimètre), passera à travers sa surface pour pénétrer dans le second verre, quoiqu'il y ait de l'air ou du vide entre deux ; mais si l'on ôte le second verre, la lumière passant de la seconde surface du premier verre dans l'air ou dans le vide, se réfléchira et retournera de nouveau.

Il suit de là, selon *Newton*, que les rayons sont attirés par quelque propriété du premier verre, n'y ayant rien qui puisse occasionner leur retour, et que la *Réflexion* n'est point causée par quelque matière subtile, contiguë à la surface postérieure, suivant les principes de *Descartes ;* puisque cette matière devroit les réfléchir aussi bien lorsque les verres sont presque contigus, que lorsqu'ils sont séparés l'un de l'autre.

Enfin si l'on demande comment quelques-uns des rayons sont réfléchis et d'autres transmis, et pourquoi ils ne se réfléchissent pas tous également ; en supposant que la *Réflexion* vienne de l'action de toute la surface, *Newton* répond qu'il y a, tant dans les rayons de lumière que dans les corps mêmes, certaines vibrations ou quelque propriété pareille, imprimées aux rayons par l'action du corps lumineux qui les envoie, ou par celle des corps qui les réfléchissent, et qui fait que ces

rayons, dans cette partie de leur vibration qui concourt avec le mouvement des parties du corps, entrent dans le corps, y sont rompus et transmis; au lieu que ceux qui sont dans la partie contraire de leur vibration, se réfléchissent. (*Voyez* COULEURS *et* LUMIÈRE).

Le P. *Mallebranche*, quoique d'une opinion très-différente de *Newton*, sur la nature de la lumière et sa propagation, est entièrement de l'avis de ce philosophe sur la cause de la *Réflexion* : il pense, comme lui, que ce ne sont point les parties solides des corps qui réfléchissent la lumière, et les raisons qu'il en apporte sont les mêmes. *Voy.* la *Recherche de la Vérité*, *tom. IV*, *pag.* 508, *édit. de* 1721. Plusieurs philosophes ont depuis adopté cette opinion; cependant il semble que les preuves que ces deux auteurs en donnent, prouvent seulement que les rayons ne sont point réfléchis uniquement par les parties solides des corps, mais que cette *Réflexion* a une autre cause plus générale et plus étendue; mais ils n'ont peut-être pas prétendu donner entièrement l'exclusion aux parties solides; ils ont seulement dit qu'il y avoit beaucoup d'apparence que les rayons qui tomboient sur ces parties, s'éteignoient au moins en grande partie, et perdoient leurs forces.

La *Réflexion*, *en terme de Catoptrique*, est le retour d'un rayon de lumière de la surface polie d'un miroir, d'où il est repoussé. (*Voyez* MIROIR *et* CATOPTRIQUE).

On donne au rayon qui est ainsi renvoyé, le nom de *rayon réfléchi* ou de *Réflexion*, et au point du miroir, où son retour commence, celui de *point de Réflexion*.

Si l'on suppose, par exemple, que le rayon *A B* (*Pl. LXXXVI*, *fig.* 26.) parte du point lumineux *A*, et aille frapper le miroir en *B*, pour retourner en *C*, la ligne *B C* représentera le rayon réfléchi, et *B* le point de *Réflexion*; *A B* représentera le rayon incident ou d'incidence, et *B* le point d'incidence.

De même la ligne *C G* menée de quelque point *C* du rayon réfléchi *B C* perpendiculairement au miroir, est appelée la *cathète de Reflexion* ou *de l'œil*; et la ligne *A F*, menée du point lumineux perpendiculairement au mi-

roir, est appelée la *cathète d'incidence.* (*Voyez* CATHÈTE).

Des deux angles que le rayon réfléchi *B C* fait avec le miroir, le plus petit *C B E* est appelé *angle de Réflexion*; de même des deux angles que le rayon incident fait avec le miroir, le plus petit *A B D*, est appelé *angle d'incidence.* (*Voyez* ANGLE D'INCIDENCE *et* ANGLE DE RÉFLEXION).

Si le miroir est ou convexe ou concave, les plus petits angles que le rayon fait avec la tangente au point de *Réflexion* et d'incidence, sont les angles de *Réflexion* et d'incidence.

L'angle *C B H*, que le rayon réfléchi fait avec une perpendiculaire au point de *Réflexion*, est appelé *l'inclinaison du rayon réfléchi*; de même que l'angle *A B H* est appelé l'inclinaison du rayon incident.

Loix générales de la Réflexion. I. Quand un rayon de lumière est réfléchi par un miroir de telle forme que ce soit, l'angle d'incidence est toujours égal à l'angle de *Réflexion.* Cette loi a lieu dans les percussions de toutes les espèces de corps, et par conséquent elle doit être la même dans celle des rayons de lumière. (*Voyez* PERCUSSION).

Cette loi se trouve confirmée par une expérience très-facile; car, faisant tomber par un petit trou un rayon solaire sur un miroir enfermé dans une chambre obscure, on a le plaisir de le voir se réfléchir et faire l'angle de *Réflexion* égal à celui d'incidence.

On peut encore démontrer la même chose d'une autre manière. Que l'on place, par exemple, un demi-cercle *F G* (*Pl. LXXXVI, fig.* 26.) sur un miroir *D E*, en sorte que son centre soit en *B*, et son limbe perpendiculaire à la surface du miroir; que l'on prenne des arcs égaux *F a* et *G e*, et que l'on place un objet en *A* et l'œil en *C*; on verra l'objet par un rayon réfléchi en *B*; et si l'on couvre ce dernier point *B*, on cessera d'apperceyoir l'objet.

Telle est la loi que les rayons de lumière observent très-exactement lorsqu'ils rencontrent la surface des corps polis; mais la démonstration de cette loi n'est

peut-être pas aussi facile qu'on pourroit se l'imaginer.

Les anciens auteurs d'Optique, pour prouver l'égalité des angles d'incidence et de *Réflexion*, se sont fondés sur ce principe, que la nature agit toujours par les voies les plus courtes; et ils prétendent qu'un rayon de lumière *A B* se réfléchit suivant la ligne *B C*, parce que le chemin le plus court pour aller du point *A* au point *C*, en frappant le plan *D E*, est de passer par le point *B*, tel que l'angle *A B F* d'incidence soit égal à l'angle *C B G* de *Réflexion*; en sorte que si le corps ou point *A* passoit par tout autre point que *B* du plan *D E* pout arriver en *C*, il y arriveroit par un chemin plus long que *A B C*. Telle est la démonstration que donnent *Vitellion*, *Ptolémée*, *Héliodore de Larisse*, *Héron*, *Clavius*, etc. *Fermat* s'est servi du même principe pour démontrer l'égalité des angles d'incidence et de *Réflexion*; mais on voit assez combien il est peu solide : car, 1°. le rayon qui part de *A* a déjà une direction déterminée, et par conséquent on ne peut pas dire qu'il prenne la direction *A B* pour arriver au point *C*, mais plutôt qu'il arrive au point *C*, parce qu'il a pris la direction *A B*.

2°. D'ailleurs si la nature agit toujours par les voies les plus courtes, pourquoi le rayon ne va-t-il pas tout droit de *A* en *C*, au lieu de passer par le plan *D E*, qui ne se trouve là qu'accidentellement?

3°. Enfin une raison décisive contre ce principe, c'est que le chemin de *Réflexion A B C*, est, à la vérité, le plus court dans les miroirs plans et dans les miroirs sphériques convexes; mais dans les miroirs sphériques concaves, il est souvent le plus long; que devient alors ce principe? *Fermat* répond que, la ligne droite étant plus simple que la circulaire, le mouvement du rayon doit alors se rapporter au plan qui touche le miroir concave au point d'incidence, et qu'en substituant ainsi un miroir plan au miroir concave, le principe subsiste dans son entier. Le P. *Taquet* dit que la nature agit, à la vérité, par la voie la plus courte, lorsqu'il y en a une plus courte de possible; mais que, quand il n'y en a pas, elle prend la plus longue, qui

est alors la seule voie unique et déterminée. Il ne paroît pas nécessaire de réfuter sérieusement ces opinions.

La preuve la plus plausible que l'on donne de l'égalité des angles d'incidence et de *Réflexion*, consiste à regarder un globule de lumière *D* (*fig.* 54, *Pl. LXXXIX*) qui vient frapper le plan *A B*, comme un corpuscule élastique, et à appliquer à ce corps tout ce que nous avons dit de la *Réflexion* des corps élastiques. Cependant il faut convenir que si ce ne sont point les parties solides des corps qui réfléchissent la lumière, cette démonstration n'est pas entièrement satisfaisante, à moins qu'on ne veuille substituer à l'élasticité du globule *D*, une force repoussante répandue dans la surface *A B*, qui, après avoir détruit le mouvement perpendiculaire du rayon suivant *D G*, lui rend ensuite ce mouvement suivant *C H*.

Il suit de là, 1°. que, si un rayon de lumière tombe perpendiculairement sur la surface d'un miroir, il se réfléchira sur lui-même et retournera en arrière.

2°. Que plusieurs rayons ne peuvent point se réfléchir d'un seul point du miroir vers le même point; car il faudroit pour cela que l'angle de *Réflexion* fût égal à différens angles d'incidence, ce qui est absurde.

3°. Qu'un rayon ne se peut réfléchir vers deux ou un plus grand nombre de points; car, dans ce cas, tous ces différens angles de *Réflexion* seroient égaux à celui d'incidence; ce qui est également absurde.

II. Chaque point d'un miroir réfléchit les rayons qui tombent sur lui de toutes les parties d'un objet. Puis donc que les différens rayons qui partent d'un objet lumineux, ne peuvent point se réfléchir du même endroit d'un miroir vers le même point, il s'ensuit que les rayons qui viennent des divers points d'un objet, se sépareront après la *Réflexion*, et montreront chacun le point d'où ils sont partis. (*Voyez* Vision).

De là vient que les rayons réfléchis des miroirs représentent l'image des objets qui sont placés vis-à-vis. (*Voyez* Miroir).

Il est aisé de concevoir par-là d'où vient que les images des objets ne se peignent point sur les corps dont la surface est inégale ; c'est qu'ils réfléchissent la lumière de telle sorte qu'ils confondent les rayons par leurs éminences et leurs cavités, leurs hauteurs et leurs enfoncemens alternatifs.

III. Si l'œil et le point lumineux changent mutuellement de place, le rayon se réfléchira vers l'œil en prenant le même chemin qu'auparavant. Car le rayon qui étoit auparavant le rayon de *Réflexion*, deviendra celui d'incidence ; et puisqu'il doit se réfléchir sous le même angle que celui sous lequel il tombe, celui qui étoit auparavant le rayon d'incidence, deviendra le rayon de *Réflexion*.

IV. Le plan de *Réflexion*, c'est-à-dire, le plan où se trouvent les rayons incidens et réfléchis, est perpendiculaire à la surface du miroir; et, dans les miroirs sphériques, il passe par le centre. Il suit de là que la cathète d'incidence et de *Réflexion* se trouve dans le plan de *Réflexion*. (*Voyez* CATHÈTE).

Euclide, *Alhazen* et d'autres regardent comme un axiome, la proposition que le plan de *Réflexion* est perpendiculaire au miroir, et ne prennent point la peine de la démontrer, parce qu'elle est évidente par les observations aussi bien que par l'expérience.

Mais cette proposition peut se prouver aisément, en remarquant que la *Réflexion* doit se faire dans le plan où tombe la ligne (*fig.* 54.) perpendiculaire au plan, puisque c'est dans la direction de cette ligne que le corps ou le point *C* est repoussé par le plan *AB*.

V. Plusieurs auteurs prétendent que l'image de tout objet peint dans un miroir, est dans la cathète d'incidence. Les anciens ont pris cette proposition pour un axiome ; et comme l'image doit nécessairement se trouver dans le rayon réfléchi, ils en concluoient qu'il doit paroître dans le point de concours du rayon réfléchi avec la cathète d'incidence; ce qui est généralement vrai dans les miroirs plans, mais non pas dans les autres, comme le montre *Képler*. (*Voyez* MIROIR *et* APPARENCE).

Quant aux loix particulières de la *Réflexion* qui ré-

sultent des circonstances des différentes espèces de miroirs plans, concaves, convexes, etc. *Voyez-les au mot* MIROIR.

RÉFLEXION. (*Ligne de*) (*Voyez* LIGNE DE RÉFLEXION).

REFLUX. C'est le refoulement ou la descente de la marée; c'est le mouvement opposé à *flux*; c'est pourquoi on l'appelle *Reflux*. (*Voyez* FLUX *et* REFLUX).

REFRACTÉ. Epithète que l'on donne à un rayon de lumière qui a passé obliquement d'un milieu dans un autre plus ou moins résistant. Au point de contact des deux milieux, il a souffert une sorte de déviation, qui est telle que sa nouvelle direction fait angle avec la première, et paroît en cet endroit-là comme brisée: c'est pourquoi on donne à ce rayon le nom de *Réfracté*, comme qui diroit *Rayon brisé*. (*Voyez* RÉFRACTION DE LA LUMIÈRE).

On appelle aussi *Réfracté*, le mouvement d'un corps qui a souffert l'espèce de déviation dont nous venons de parler. (*Voyez* RÉFRACTION).

RÉFRACTÉ. (*Mouvement*) (*Voyez* MOUVEMENT RÉFRACTÉ).

REFRACTION. Déviation que souffre un corps qui passe obliquement d'un milieu dans un autre, plus ou moins résistant que le milieu d'où il sort, et dont le plus ou le moins de résistance le contraint de s'incliner d'un côté ou d'un autre; de sorte que sa nouvelle direction fait angle avec la première au point de contact des deux milieux, et paroît là comme brisée; d'où vient le mot RÉFRACTION.

Voyons quelles sont les conditions essentielles pour qu'un corps en mouvement souffre cette espèce de déviation, et quelle est la cause de la *Réfraction* des corps.

Si un corps solide passe d'un milieu dans un autre, par exemple, de l'air dans l'eau, ou de l'eau dans l'air, ces milieux n'étant pas également pénétrables pour lui, soit par la différence de leurs densités, soit par quelque autre cause, l'un lui opposera plus ou moins de résistance que l'autre. Ce plus ou moins de résistance qu'il éprouvera de la part du nouveau milieu, que nous

appellerons milieu *réfringent*, ne manquera pas de lui faire quitter sa première direction, pourvu qu'il y entre obliquement : et c'est là ce qu'on appelle *Réfraction.* Supposons un grand bassin plein d'eau, dont la coupe soit représentée par *A B D C.* (*Pl. V, fig.* 1). On ne peut diriger vers la surface de l'eau *AC* un corps solide que de deux manières : ou par une perpendiculaire au plan qui sépare les deux milieux, comme *PF*, ou par une ligne plus ou moins oblique à ce même plan, telle qu'une ligne prise entre *PF* et *CF*, pour aboutir au point *F* ; car si le corps solide suivoit la ligne *CF*, ou toute autre ligne qui lui fût parallèle, il est évident qu'il n'entreroit jamais dans l'eau, et que par conséquent il ne changeroit point de milieu. Si un corps solide *E* vient à la surface de l'eau par la perpendiculaire *PF*, l'expérience prouve qu'il continue de se mouvoir par *Fp*, et par conséquent qu'il ne souffre aucune *Réfraction.* Mais s'il suit une ligne oblique, comme *eF*, sitôt qu'il est parvenu en *F*, l'eau qu'il commence à toucher, devient pour lui un milieu réfringent ; et l'expérience prouve encore qu'au lieu de continuer sa route en ligne droite, et d'aller de *F* en *G*, il reçoit une nouvelle direction, qui fait angle avec la première au point *F*, et qui le porte plus haut que le point *G*, comme, par exemple, de *F* en *H*, en l'éloignant de la perpendiculaire *Fp.* Ce mobile souffre donc, dans ce cas-là, une *Réfraction;* et cette *Réfraction* l'éloigne de la perpendiculaire au plan qui sépare les deux milieux.

La *Réfraction* se feroit en sens contraire, si le mobile passoit de l'eau dans l'air, ou en général d'un milieu dense dans un plus rare, d'un milieu plus résistant dans un moins résistant. Si, par exemple, il avoit décrit dans l'eau la ligne *HF*, il ne continueroit point dans l'air son mouvement en ligne droite par la ligne *FK ;* la *Réfraction* qu'il souffriroit au point *F*, lui feroit prendre une nouvelle direction, et le porteroit à un point plus élevé que le point *K*, comme, par exemple en *e ;* ce qui l'approcheroit de la perpendiculaire *PF.*

La *Réfraction* dépend donc de deux conditions abso-

lument essentielles, et sans lesquelles elle n'a pas lieu. La première est le passage du mobile d'un milieu dans un autre plus ou moins résistant : la seconde est l'obliquité d'incidence de la part du mobile. Si donc le mobile passe obliquement d'un milieu rare dans un plus dense, d'un milieu moins résistant dans un plus résistant, il se réfracte en s'éloignant de la perpendiculaire imaginée au plan qui sépare les deux milieux, en faisant son angle de *Réfraction* plus grand que son angle d'incidence. Mais si le mobile passe obliquement d'un milieu dense dans un plus rare, d'un milieu plus résistant dans un moins résistant, il se réfracte en s'approchant de la perpendiculaire imaginée au plan qui sépare les deux milieux; en un mot, en faisant son angle de *Réfraction* plus petit que son angle d'incidence.

Voici les faits tels que l'expérience les donne : voyons-en maintenant les raisons.

Nous avons dit que, quoiqu'il y ait changement de milieu, s'il n'y a point d'obliquité d'incidence, si le mobile *E* arrive par la ligne *PF* perpendiculaire à la surface *AC* du milieu réfringent, il n'y a point de *Réfraction*. En voici la raison. Supposons que le mobile *M* (*Pl. V, fig.* 2.) arrive du point *m* au vase plein d'eau *NT tn* par la ligne *Pp* perpendiculaire à la surface *Nn* de l'eau. Ce mobile se trouve successivement dans l'air et dans l'eau, et il n'éprouve de résistance de la part de ces milieux, que sur son hémisphère inférieur *NOn*. Tant qu'il est dans l'air, que nous supposons en repos et d'une densité uniforme, les résistances qu'il éprouve d'une part, sont compensées par celles qu'il éprouve de l'autre; sa vîtesse est également retardée dans tous ses points : son centre ne doit donc point se détourner de la ligne *Mm*. On peut dire la même chose, quand on considère le mobile entièrement plongé dans l'eau; seulement la résistance de ce dernier milieu est plus grande que celle du premier; elle retarde davantage la vîtesse du mobile; mais elle ne le détourne point de sa première direction, puisqu'elle agit également de toutes parts. On peut encore appliquer le même raisonnement à son passage de l'air dans l'eau; car quand le mobile commence à se plonger,

l'eau résiste directement en *O*, dans une direction qui passe par le centre *M* : en se plongeant jusqu'en *S s*, les résistances qu'il éprouve de *S* en *O*, sont compensées par celles qu'il éprouve de *O* en *s* : de même, en se plongeant de plus en plus, les parties *S R*, *R N*, et leurs correspondantes *s r*, *r n* participent successivement et également à la résistance du nouveau milieu. Ces résistances, de part et d'autre, se font donc équilibre ; et cet équilibre maintient toujours le centre *M* dans la ligne *P p*. Ce qui prouve bien que l'obliquité d'incidence de la part du mobile, est une condition absolument essentielle pour la *Réfraction ;* puisque, sans elle, le mobile continue son mouvement dans sa première direction, quoiqu'il passe d'un milieu dans un autre d'une résistance différente.

Il n'en est pas de même quand le mobile se présente obliquement au plan qui sépare les deux milieux. Supposons le mobile *M* (*Pl. V, fig.* 3.) qui arrive du point *m* à la surface de l'eau dans la direction *S T* oblique à cette surface. Tant qu'il est tout entier dans l'air, comme en *m*, les obstacles qui se présentent à son hémisphère antérieur *n o p*, agissent également de tous les côtés, comme nous l'avons dit ci-dessus. Cette égalité entretient le mobile dans la direction *m O* ; mais, quand il passe de l'air dans l'eau, ce même hémisphère *N O P*, pendant tout le temps de son immersion, rencontre des obstacles plus difficiles à vaincre d'un côté que de l'autre : car le point *R* venant à toucher l'eau, éprouve plus de résistance que n'en éprouve son correspondant *Q*, qui ne rencontre encore que de l'air. Or un mobile se porte toujours du côté où il trouve moins de résistance. L'équilibre étant rompu entre les obstacles de part et d'autre, le centre *M* se porte du côté des plus foibles, et commence à s'écarter de sa première direction *S T*. La vitesse du mobile étant ralentie de plus en plus par son immersion dans l'eau, et le mobile éprouvant toujours plus de résistance dans la partie *O R P*, qu'il n'en éprouve dans la partie correspondante *O Q N*, jusqu'à ce que son hémispbère antérieur *N O P* soit entièrement plongé, son centre *M* abandonne de plus en plus sa première direction, et descend par une petite

courbe

courbe MV, dont le dernier élément V commence la nouvelle direction VX; ce qui l'éloigne de la perpendiculaire AB imaginée à la surface de l'eau, et rend l'angle de *Refraction* plus grand que l'angle d'incidence.

Si le milieu Y, dans lequel se ment d'abord le mobile, étoit plus dense ou plus résistant que le milieu Z dans lequel il passe, le mobile M éprouveroit alors une moindre résistance dans la partie ORP que dans la partie OQN; la courbe MV seroit tournée en sens contraire, ce qui rapprocheroit la nouvelle direction de la perpendiculaire AB, et rendroit l'angle de *Réfraction* plus petit que l'angle d'incidence.

La *Réfraction* est susceptible de plus et de moins; la différence qu'elle produit entre les angles d'incidence et de *Réfraction* peut être plus ou moins grande, suivant les circonstances. Ce plus ou moins dépend du degré d'obliquité avec lequel le mobile arrive au milieu réfringent; du degré de densité de ce milieu réfringent; de la grandeur du mobile, et de sa vitesse.

Nous avons vu que la *Réfraction* est nulle, lorsque la direction du mobile est perpendiculaire à la surface du milieu réfringent : elle commence avec l'obliquité d'incidence, et elle augmente avec elle, et proportionnellement à elle : car, 1°. plus l'obliquité est grande, plus la *Réfraction* est considérable. Si le mobile, au lieu de suivre la direction ST, pour arriver au milieu réfringent, suivoit la direction st, plus oblique que la première, il souffriroit une plus grande *Réfraction;* car, dans ce cas-là, la partie ORP de l'hémisphère antérieur seroit toute entière plongée dans l'eau, tandis que la partie OQN seroit encore toute entière dans l'air. La différence entre les résistances sur les parties correspondantes seroit donc plus grande; donc la *Réfraction* augmente avec l'obliquité d'incidence. 2°. Elle augmente aussi proportionnellement à elle; car si, dans différens cas, nous supposons le même mobile et les mêmes milieux, quels que soient les différens degrés d'obliquité avec lesquels le mobile arrive au milieu réfringent, il y aura, dans tous les cas, le même rapport entre les angles d'incidence et de *Réfraction*. Par exemple, dans les deux incidences différemment obliques AC et BF (*Pl.*

V, *fig.* 4), si l'on compare les angles d'incidence *A C P* et *B F D* avec les angles de *Réfraction a Cp* et *b Fd*, lesquels se mesurent par les lignes *P A*, *D B*, *ap bd*, qui en sont les sinus, on verra que, si *P A* est à *ap*, comme 2 est à 3, les deux lignes semblables *D B* et *bd*, qui représentent le cas d'une *Réfraction* plus grande, sont aussi dans le même rapport entr'elles : donc, toutes choses égales d'ailleurs, la *Réfraction* augmente proportionnellement à l'obliquité d'incidence. Quand l'incidence est très-oblique, il arrive souvent que le mobile, au lieu de se plonger dans le milieu réfringent, se réfléchit comme s'il tomboit sur un plan solide. C'est ce qui arrive à un boulet de canon tiré très-obliquement à la surface de l'eau : dans ce cas-là, l'eau lui refuse assez long-temps le passage pour lui donner lieu de continuer son mouvement dans l'air, et il se réfléchit de dessus l'eau comme il le feroit de dessus un plan solide et par les mêmes raisons. (*Voyez* RÉFLEXION). Cela fait voir qu'on ne seroit pas en sûreté, si l'on se trouvoit dans la direction du mouvement réfléchi d'une balle ou d'un boulet, qui seroit tiré très-obliquement à la surface de l'eau.

La grandeur de la *Réfraction* dépend encore de la densité plus ou moins grande du milieu réfringent, toutes choses étant égales d'ailleurs. Supposons le même corps lancé avec le même degré d'obliquité, successivement vers différens milieux de densités différentes : celui de ces milieux, qui aura le plus de densité, occasionnera la plus grande *Réfraction;* car la *Réfraction* est causée, comme nous l'avons prouvé ci-dessus, par la différence de la résistance des deux milieux, chacun sur la portion de la surface antérieure du mobile qui y répond : or cette différence est d'autant plus grande, que le milieu réfringent a plus de densité, l'autre demeurant le même ; donc, etc.

La grandeur de la *Réfraction* dépend aussi de la grandeur du mobile. Car, comme nous venons de le dire, la *Réfraction* est causée par la différence de la résistance des deux milieux chacun sur la portion de la surface antérieure du mobile qui y répond. Or la résistance du milieu réfringent, de l'eau, par exemple, est

d'autant plus grande, que ses parties choquées sont en plus grand nombre : elles sont en nombre d'autant plus grand, que le mobile a plus de volume. Un mobile, par exemple, sphérique, arrivant à la surface de l'eau, ne la touche pas par un seul point ; c'est toujours par un segment : et ce segment heurte un nombre de parties d'autant plus grand, qu'il fait lui-même partie d'une sphère plus grande, qu'il a plus d'étendue avec moins de convexité : il éprouve donc plus de résistance de la part de l'eau ; ce qui occasionne une plus grande *Réfraction*. En effet, comme c'est une plus grande résistance de la part du milieu réfringent qui fait que dans certains cas, le mobile a un mouvement réfléchi, et non pas réfracté ; aussi l'*Abbé Nollet* a-t-il remarqué qu'une balle de 6 lignes ($13\frac{1}{2}$ millimètres) de diamètre entroit dans l'eau, quand sa direction faisoit un angle de 6 degrés avec la surface, tandis qu'une plus grosse, à pareille incidence, étoit réfléchie : et un boulet de canon l'est sous un angle beaucoup plus ouvert. Ce qui prouve bien que la résistance devient plus grande, à mesure que la grandeur du mobile augmente.

On doit compter encore que la vitesse avec laquelle le mobile arrive à la surface du milieu réfringent, influe sur la grandeur de la *Réfraction*. Car la résistance des milieux n'augmente pas seulement comme la vitesse avec laquelle on les frappe, mais à-peu-près comme le quarré de cette vitesse La résistance du milieu réfringent est donc plus grande, quand il est frappé avec plus de vitesse : ce qui augmente la *Réfraction*.

Il s'ensuit de tout ce que nous venons de dire, que, pour mesurer la *Réfraction* d'un corps, il faut avoir égard à quatre choses : 1°. au degré d'obliquité avec lequel le mobile arrive au milieu réfringent : 2°. au degré de densité de ce milieu : 3°. à la grandeur du mobile : 4°. à la vitesse avec laquelle il se meut.

RÉFRACTION. (*Angle de*) (*Voyez* ANGLE DE RÉFRACTION).

RÉFRACTION ASTRONOMIQUE. Déviation que souffrent les rayons de lumière émanés des astres, en passant dans notre athmosphère, et par laquelle ces

astres paroissent plus élevés au-dessus de l'horizon qu'ils ne le sont en effet.

Supposons *T* (*Pl. XLII*, *fig.* 3.) la terre : *tz*, l'épaisseur de l'athmosphère : *S*, un astre placé au-dessous de l'horizon *Hh* : le rayon *Sc*, partant de cet astre, et arrivant à la surface de l'athmosphère, laquelle a plus de densité que le fluide éthéré d'où sort le rayon, se réfracte au point *c*, en s'approchant de la perpendiculaire *pp*, et se rend en *t*, où est placé l'observateur, lequel voit cet astre dans la direction *ts*, qui est celle de l'extrémité du rayon qui est entré dans son œil : il voit donc cet astre plus près du zénith *Z* qu'il ne l'est réellement. Mais comme la densité de l'athmosphère n'est pas la même partout, et qu'elle va en augmentant en approchant de la terre, le rayon *Da*, par exemple, doit souffrir plusieurs *Réfractions* successives, et arriver à l'observateur *t* par la courbe *abet* : et si la ligne droite *td* est la tangente de cette courbe au point *t*, l'observateur voit l'astre en *d* plus élevé au-dessus de l'horizon que ne l'est *D*, lieu vrai de l'astre. C'est ce qui fait que nous voyons le soleil, la lune, etc., au-dessus de l'horizon, tandis qu'ils sont encore au-dessous. C'est aussi cette *Réfraction* qui est la cause des crépuscules. (*Voyez* CRÉPUSCULE).

Plusieurs observations astronomiques, faites avec la dernière précision, prouvent que les astres souffrent une *Réfraction* réelle. La plus simple de toutes ces observations est que le soleil et la lune se lèvent plutôt et se couchent plus tard qu'ils ne doivent faire, suivant les tables, et qu'ils paroissent encore sur l'horizon dans le temps qu'ils doivent être au-dessous.

En effet, comme la propagation de la lumière se fait en lignes droites, les rayons qui partent d'un astre qui est au-dessous de l'horizon, ne peuvent parvenir à l'œil, à moins qu'ils ne se détournent de leur chemin en entrant dans notre athmosphère ; il est donc évident que les rayons souffrent une *Réfraction* en passant par l'athmosphère : et c'est ce qui fait que les astres paroissent plus élevés qu'ils ne le sont en effet ; de sorte qu'il est nécessaire, pour réduire leurs hauteurs appa-

rentes aux vraies, d'en retrancher la quantité de la *Réfraction.*

Comme les anciens n'avoient aucun égard à la *Réfraction*, il n'est pas surprenant qu'ils aient commis quelquefois des erreurs considérables pour avoir compté sur de trop grandes hauteurs.

Il suit de la doctrine que nous venons d'établir, que nous ne voyons jamais le véritable lever ou coucher du soleil, et que nous n'en appercevons que le fantôme ou l'image, cet astre étant pour lors au-dessous de l'horizon.

Les astres qui sont au zénith, ne sont sujets à aucune *Réfraction.* Ceux qui sont dans l'horizon, souffrent la plus grande *Réfraction* possible. La *Réfraction* diminue continuellement depuis l'horizon jusqu'au zénith. Et cela vient de ce que, dans le premier cas, les rayons sont perpendiculaires, qu'ils sont plus obliques dans le second, et que cette obliquité va toujours en diminuant dans le troisième.

Le soleil et les étoiles souffrent la même *Réfraction* quand ils sont également élevés au-dessus de l'horizon; car les rayons incidens ont les mêmes inclinaisons à hauteurs égales : mais les sinus des angles de *Réfraction* sont au sinus des angles d'inclinaison, en raison constante : donc, etc.

Tycho-Brahé qui a le premier déduit les *Réfractions* du soleil, de la lune et des étoiles fixes, des observations qu'il avoit faites, fait les *Réfractions* solaires beaucoup plus grandes que celles des étoiles fixes, et les *Réfractions* lunaires quelquefois plus grandes et quelquefois plus petites que celles des étoiles. Mais on n'étoit point encore au fait dans son siècle de la théorie des *Réfractions* dont nous sommes redevables à *Snellius*, comme nous l'avons observé.

La Hire nous a donné une table des *Réfractions* des corps célestes, dans leurs divers degrés d'élévation, fondée sur les observations les plus sûres et les plus exactes. La voici.

TABLE DES RÉFRACTIONS des corps célestes à leurs différens degrés d'élévation.

Haut.	Réfractions.	Haut.	Réfractions.	Haut.	Réfractions.
0d.	32′ 0″	31d	1′ 51″	62d.	0′ 39″
1	26 35	32	1 47	63	37
2	20 43	33	1 43	64	35
3	15 44	34	1 40	65	33
4	12 26	35	1 36	66	32
5	10 26	36	1 33	67	31
6	9 8	37	1 30	68	30
7	8 2	38	1 27	69	28
8	7 1	39	1 24	70	26
9	6 17	40	1 22	71	25
10	5 41	41	1 19	72	24
11	5 11	42	1 17	73	23
12	4 46	43	1 15	74	21
13	4 25	44	1 13	75	20
14	4 7	45	1 11	76	18
15	3 51	46	1 9	77	17
16	3 26	47	1 7	78	15
17	3 25	48	1 6	79	14
18	3 12	49	1 4	80	12
19	3 1	50	1 2	81	11
20	2 51	51	1 0	82	10
21	2 44	52	0 58	83	8
22	2 38	53	56	84	7
23	2 31	54	54	85	6
24	2 24	55	52	86	4
25	2 18	56	50	87	3
26	2 12	57	48	88	2
27	2 7	58	46	89	1
28	2 3	59	44	90	0
29	1 59	60	42		
30	1 55	61	40		

Bouguer a depuis perfectionné cette table. (*Voyez les Mémoires de l'Académie de* 1739 *et* 1749).

Tycho-Brahé veut que les *Réfractions* du soleil s'évanouissent à la hauteur de 46 degrés; celles de la lune à celle de 45 degrés ; et celles des étoiles fixes à 20 degrés : mais *Cassini* a trouvé qu'elles s'étendent jusqu'assez près du zénith. *Tycho* fait les *Réfractions* beaucoup plus petites qu'elles ne le sont en effet, si l'on en excepte l'horizontale, qu'il a faite trop forte ; car il fait celle-ci de 34 minutes dans le soleil, de 33 pour la lune, et de 30 pour les étoiles fixes. *La Hire* et *Cassini* la font de 32 minutes pour tous les corps célestes.

La *Réfraction* n'est donc point à négliger dans l'Astronomie ; et elle est absolument nécessaire pour déterminer avec précision les phénomènes des mouvemens célestes ; et il ne faut point s'étonner que les anciens astronomes, qui n'y faisoient aucune attention, soient tombés dans un grand nombre d'erreurs.

RÉFRACTION DE LA LUMIÈRE. Déviation que souffrent les rayons de lumière, en passant obliquement d'un milieu dans un autre d'une résistance différente. Cette déviation dépend, 1°. de la densité plus ou moins grande du nouveau milieu dans lequel passe le rayon de lumière : plus cette densité est grande, toutes choses d'ailleurs égales, plus la *Réfraction* est considérable. 2°. Elle dépend de la nature du corps réfringent : si c'est un corps gras ou un esprit ardent, la *Réfraction* est plus considérable qu'elle ne le seroit, si elle se faisoit dans un corps d'une autre nature, quoiqu'il eût la même densité. 3°. Elle dépend du degré d'obliquité d'incidence avec lequel le rayon tombe sur la surface du nouveau milieu. La *Réfraction* augmente avec cette obliquité.

Les lois de la *Réfraction* des rayons de lumière dans les surfaces qui séparent des milieux différens, soit que ces surfaces soient planes, concaves ou convexes, etc., font l'objet de la Dioptrique. (*Voyez* DIOPTRIQUE).

C'est par le moyen de la *Réfraction* que les verres ou lentilles convexes rassemblent les rayons, grossissent

les objets, brûlent, etc. (*Voyez* LENTILLE *et* FOYER).

C'est là-dessus qu'est fondée l'invention des *Microscopes*, *Télescopes*, etc. (*Voyez* MICROSCOPE *et* TÉLESCOPE).

C'est par la *Réfraction* que tous les objets éloignés paroissent hors de leur véritable place, et que les corps célestes particulièrement paroissent plus élevés au-dessus de l'horizon qu'ils ne le sont effectivement. (*Voyez* LIEU APPARENT *et* RÉFRACTION ASTRONOMIQUE).

La *Réfraction de la lumière*, en OPTIQUE, est une inflexion, un détour ou un changement de direction qui arrive à un rayon, quand il passe d'un milieu dans un autre, qui le reçoit plus ou moins facilement : ce qui est cause qu'il se détourne de sa direction. (*Voyez* RAYON).

Newton prétend que la *Réfraction de la lumière* n'est point causée par les rayons qui rencontrent la surface des corps, mais sans aucun contact, par l'action de quelque puissance qui se trouve également répandue sur toute leur surface, et qui détourne les rayons de leur chemin.

Les raisons dont nous nous sommes servis pour prouver que la *Réflexion* se fait sans aucun contact immédiat, ont également lieu dans ce qui concerne la *Réfraction;* mais on peut y joindre les suivantes.

1°. Lorsqu'un rayon de lumière passe du verre dans l'air avec une certaine obliquité, ce rayon traverse l'air; mais il se réfléchit entièrement, si l'obliquité est très-grande; car la puissance ou attraction du verre sera trop forte pour laisser passer aucun de ces rayons : ce qui fait qu'ils se réfléchiront entièrement au lieu de se rompre.

2°. La lumière se rompt et se réfléchit plusieurs fois alternativement dans les lames minces du verre, à mesure que leur épaisseur augmente en progression arithmétique. C'est l'épaisseur de ces lames qui fait qu'elle se se réfléchit ou qu'elle se transmet alternativement, sur quoi *Voyez* LUMIÈRE *et* COULEURS.

3°. Quoique le pouvoir que les corps ont de réfléchir et

de rompre la lumière, soit à-peu-près proportionnel à leur densité, on trouve cependant que les corps gras et sulfureux la réfractent avec plus de force que leur densité ne sembleroit l'exiger; car comme les rayons agissent avec plus de force sur ces corps pour les allumer que sur les autres; de même ces corps, par leur attraction mutuelle, agissent avec plus de force sur les rayons pour les rompre.

Enfin ce ne sont point seulement les rayons qui passent à travers le verre, qui se rompent; ceux mêmes qui passent de l'air dans le vide ou dans un air beaucoup plus rare, ou même vers les extrémités de la plupart des corps opaques, par exemple, le bord d'un canif, souffrent la même inflexion à cause de l'attraction du corps. (*Voyez* DIFFRACTION).

Voici comment on peut expliquer la manière dont se fait la *Réfraction* par une simple attraction sans aucun contact immédiat. Supposons que *HI (Pl. LXXXIX, fig. 56.)* termine les deux milieux *N* et *o*, dont le premier soit le plus rare, par exemple, de l'air; le second plus dense, savoir du verre; l'attraction des milieux sera ici comme leurs densités. Supposons que *PS* soit le terme auquel la force attractive du milieu le plus dense s'étende au dedans du plus rare, et que *RF* soit le terme auquel s'étend l'attraction du milieu plus rare dans le milieu plus dense.

Soit maintenant un rayon de lumière *A a* qui tombe obliquement sur la surface qui sépare les milieux, ou plutôt sur la surface *PS*, où commence l'action du second milieu qui attire le plus, toute attraction se faisant suivant des lignes perpendiculaires au corps attirant; dès que le rayon arrivera au point *a*, il commencera à être détourné de sa direction par une force supérieure qui l'attire davantage vers le milieu *o* que vers le milieu *N*, c'est-à-dire, par une force qui le poussera suivant une direction perpendiculaire à la surface *HI*; de là vient que le rayon s'écarte de la ligne droite à chaque point de son passage entre *PS* et *RF*, qui sont les limites au-dedans desquelles l'attraction agit. Il décrira donc une courbe *a B b* entre ces deux lignes. Il faut supposer cette ligne courbe tracée, quoique

nous ne l'ayons représentée que par deux lignes droites qui font un angle en *B*. Mais étant parvenu au-delà de *R F*, il se trouvera hors de la sphère d'attraction du milieu *N* : ce qui fait qu'il sera attiré également en tous sens par le milieu *o*, et par conséquent s'avancera en ligne droite vers *C*, suivant la direction de la tangente de la courbe en *B*.

Supposons de nouveau que *N* soit le milieu le plus dense, *o* le plus rare, et *H I* la ligne qui les termine. Soit *R F* la distance à laquelle le milieu le plus dense étend sa force attractive dans la plus rare ; le rayon ayant passé le point *a*, sera dans la sphère de l'attraction supérieure du milieu le plus dense ; mais comme cette attraction agit suivant les lignes perpendiculaires à sa surface, le rayon s'éloignera continuellement de son droit chemin *A M*, et s'approchera perpendiculairement vers *P S* : étant donc ainsi poussé par deux différentes forces, il aura un mouvement composé, par lequel, au lieu de *a M*, il décrira la courbe *a m*.

Enfin quand il sera arrivé en *m*, se trouvant hors de l'attraction du milieu *N*, il se mouvra uniformément dans une ligne droite, dans la direction où l'extrémité de la courbe le laisse. On voit donc comment la *Réfraction* se fait, tant en s'approchant de la perpendiculaire *D E*, qu'en s'en éloignant ; savoir, en s'en approchant, lorsque *o* est plus dense que *N*, et en s'en éloignant, lorsque *N* est plus dense que *o*.

Il faut observer que l'attraction du milieu le plus dense, de *N*, par exemple, diminue continuellement à mesure que le rayon avance de *B* vers la limite de l'attraction *R F*, à cause qu'il se trouve de plus en plus un moindre nombre de parties qui agissent ; car plus le corps s'approche de *R F*, plus il s'éloigne du milieu supérieur, et plus par conséquent l'attraction de ce milieu devient foible.

Remarquez encore que la distance entre *P S* et *R F* étant fort petite, on ne fait point attention, quand il est question de *Réfraction*, à la partie courbe du rayon ; mais on la considère comme composée de deux lignes droites *C B*, *A B*, ou *m B*, *A B*.

Un rayon *A B* (*Pl. LXXXIX*, *fig.* 56.) tombant obli-

quement du point lumineux *A* sur le point *B* d'une surface diaphane *HI* plus rare ou plus dense que le milieu par lequel il a passé en venant de l'objet lumineux, change donc en général de direction, et se détourne vers *C* ou vers *m*, au lieu d'aller vers *M* en ligne droite.

Ce détour est appelé la *Réfraction* du rayon : *BC*, le rayon rompu, ou la ligne de *Refraction* : et *B* le point de *Réfraction*.

La ligne *AB* est appelée *ligne* ou *rayon d'incidence*, et à son égard *B* est aussi appelé le *point d'incidence*.

Le plan dans lequel les rayons incidens et rompus se trouvent, est appelé *plan de Réfraction*; la ligne *BE* menée dans le milieu où se fait la *Réfraction* perpendiculairement à la surface rompante au point de *Réfraction B*, *axe de Réfraction*. La ligne *QB* menée perpendiculairement sur la surface rompante au point d'incidence *B* par le milieu où passe le rayon incident, est appelée *axe d'incidence* : ces deux axes sont toujours en ligne droite, puisque la surface *HI* est commune aux deux milieux.

L'angle *ABI* compris entre le rayon incident et la surface rompante, est appelé *angle d'inclinaison;* et l'angle *ABD* compris entre le rayon incident et l'axe d'incidence, *angle d'incidence*.

L'angle *MBC* que le rayon rompu fait avec celui d'incidence, s'appelle l'*angle rompu;* et l'angle *CBE* que le rayon rompu *CB* fait avec l'axe de *Réfraction*, *angle de Réfraction*.

Loix générales de la Réfraction. I. Un rayon de lumière qui entre dans un milieu plus dense, en sortant d'un milieu plus rare, par exemple, de l'air dans le verre, se rompt en s'approchant de la perpendiculaire, c'est-à-dire, de l'axe de *Réfraction*.

Il suit de là que l'angle de *Réfraction* est plus petit que celui d'incidence, puisqu'ils seroient égaux, si le rayon alloit en droite ligne de *A* vers *M*. Il suit encore qu'un rayon perpendiculaire à la surface rompante passera à travers sans se rompre, puisqu'il ne peut être rompu en s'approchant de la perpendiculaire.

La raison en est que l'attraction du milieu le plus

dense qui, dans des incidences obliques à sa surface, agissant perpendiculairement à cette même surface, détourne le rayon de sa route directe, cette attraction, dis-je, lorsque l'incidence est perpendiculaire, agit suivant la direction du rayon, et par conséquent ne change point cette direction.

II. La raison du sinus de l'angle d'incidence à celui de l'angle de *Réfraction*, est fixe et constante; si la *Réfraction* se fait de l'air dans le verre, elle est plus grande que 114 à 76, mais moindre que 115 à 76, c'est-à-dire, à-peu-près comme 3 à 2.

Cette raison s'accorde avec une autre de *Newton*, qui fait le sinus de l'angle d'incidence au sinus de l'angle de *Réfraction*, comme 31 à 20 : ce qui est à-peu-près comme 3 à 2. Il y a, il est vrai, quelque différence dans la quantité de *Réfraction*, selon les différentes espèces de verre; mais cette précision n'est point absolument nécessaire ici. *Descartes* a trouvé que la raison du sinus de l'angle d'incidence au sinus de l'angle de *Réfraction* dans l'eau de pluie est comme 250 à 187, c'est-à-dire, à-peu-près comme 4 à 3 : ce qui s'accorde avec l'observation de *Newton* qui l'a fait comme 529 à 376. Dans l'esprit-de-vin ce même auteur fait cette raison comme 100 à 73 : ce qui n'est pas fort éloigné de la raison sesquitierce, c'est-à-dire, de 4 à 3.

On n'a point encore déterminé d'où vient le différent pouvoir réfractif dans les différens fluides. L'eau claire est de tous les corps celui qui rompt le moins les rayons; mais, quand elle est imprégnée de sel, sa *Réfraction* augmente à proportion de la quantité qu'elle en contient. *Newton* fait voir que dans plusieurs corps, par exemple, le verre, le crystal, le sulfate de chaux, la fausse topase, etc. le pouvoir réfractif est proportionnel à leur densité; il n'y a que les corps sulfureux, comme le camphre, l'huile d'olive, l'ambre, l'huile volatile de térébenthine, etc. où il est deux ou trois fois plus grand que dans les autres corps de densité égale; et néanmoins le pouvoir réfractif de chacun de ces corps sulfureux, comparés ensemble, est à-peu-près comme leur densité. Quant à l'air, *Newton* montre qu'un

rayon de lumière, en traversant l'athmosphère, se rompt comme il le feroit, s'il passoit avec la même obliquité du vide dans un air aussi dense que celui qui est dans la partie la plus basse de l'athmosphère. (*Voyez* ATHMOSPHÈRE *et* CRÉPUSCULE.)

Il suit du principe que nous venons d'établir, qu'un angle d'incidence et l'angle de *Réfraction* qui lui correspond, étant une fois connus, il est aisé de trouver la valeur des angles de *Réfraction* correspondans à plusieurs autres angles d'inclinaison.

Zahnius et *Kircher* ont trouvé que si l'angle d'incidence de l'air dans le verre est de 70 degrés, l'angle rompu sera de 38 degrés 50 minutes; et c'est sur ce principe que *Zahnius* a construit une table des *Réfractions* de l'air dans le verre pour différens degrés d'angles d'incidence. Voici un abregé de cette table.

Angle d'incid.	*Angle de Réfraction.*	*Angle rompu.*
1o.	00. 40′ 5″	00. 19′ 55″
2	1 20 6	0 39 54
3	2 0 3	0 59 56
4	2 40 5	1 19 55
5	3 20 3	1 39 57
10	6 39 26	3 20 44
20	13 11 35	6 48 25
30	19 29 29	10 30 31
45	28 9 19	16 50 41
90	41 51 48	48 8 20

C'est *Willeb. Snellius* qui a le premier découvert la raison constante des sinus des angles d'inclinaison et des angles rompus. On attribue communément cette découverte à *Descartes*, qui, selon quelques-uns, l'ayant trouvée dans les manuscrits de *Snellius*, la publia pour la première fois dans sa Dioptrique, sans faire mention de lui : c'est ce que nous apprend *Huyghens*. Mais ce prétendu vol de *Descartes* n'est point prouvé;

d'ailleurs la raison trouvée par *Descartes* est plus simple que celle de *Snellius*, qui, au lieu des sinus d'incidence et de *Réfraction*, mettoit les sécantes de leurs complémens qui sont en raison inverse de ces sinus. Comme les rayons de lumière n'ont pas tous le même degré de *réfrangibilité*, cette raison des sinus peut varier suivant leurs différentes espèces. La raison des sinus que les auteurs ont observée, n'a donc lieu que par rapport aux rayons de *réfrangibilité* moyenne, c'est-à-dire, à ceux qui sont verts. *Newton* fait voir que la différence de *Réfraction* entre les rayons les moins réfrangibles et ceux qui le sont le plus, est environ la $\frac{1}{23}$ partie de toute la *Réfraction* des moyens réfrangibles; et cette différence est si petite, qu'il arrive rarement qu'on doive y avoir égard. (*Voyez* REFRANGIBILITÉ.)

III. Lorsqu'un rayon passe d'un milieu plus dense dans un autre plus rare, par exemple, du verre dans l'air, il s'éloigne de la perpendiculaire ou de l'axe de *Réfraction*; d'où il suit que l'angle de *Réfraction* est plus grand que celui d'incidence.

Lorsque la *Réfraction* se fait de l'air dans le verre, la raison du sinus de l'angle d'incidence au sinus de l'angle de *Réfraction* est comme 3 à 2; si c'est de l'air dans l'eau, comme 4 à 3 : c'est pourquoi si la *Réfraction* se fait d'une manière contraire; savoir, du verre ou de l'eau dans l'air, la raison du sinus dans le premier cas, sera comme 2 à 3, et dans le second comme 3 à 4.

IV. Un rayon qui tombe sur une surface courbe, soit concave ou convexe, se rompt de la même manière que s'il tomboit sur un plan tangent à la courbe au point d'incidence. Car la courbe et la surface plane qui la touche, ont une portion infiniment petite commune entr'elles. Donc quand un rayon se rompt dans cette petite partie, c'est la même chose que s'il souffroit une *Réfraction* dans le plan touchant.

V. Si une ligne droite *E F* (*fig.* 57.) coupe la surface rompante *G H* à angles droits, et que l'on mène d'un point pris dans le milieu le plus dense, tel que *D*, la parallèle *D C* au rayon incident *A B*; elle rencontrera le rayon rompu en *C*, et aura même raison avec *B C*,

que le sinus de l'angle de *Réfraction* au sinus de l'angle d'incidence.

Si donc le rayon *B C* passe du verre en l'air, il sera en raison sous-sesquialtère à *C D*; si de l'air dans le verre, en raison sesquialtère; c'est-à-dire, dans le premier cas comme 2 à 3; dans le second comme 3 à 2 à *C D*.

De même si la lumière passe de l'eau dans l'air, *C B* sera en raison sous-sesquitierce à *C D*, ou comme 3 à 4; si de l'air dans l'eau, en raison sesquitierce, ou comme 4 à 3. (*Voyez fig.* 57 *et* 58).

Loix de la Réfraction dans les surfaces planes. I. Si des rayons parallèles se rompent en passant d'un milieu transparent dans un autre moins dense, ils demeureront parallèles après la *Réfraction*.

La raison en est, qu'étant parallèles, leur obliquité ou angle d'incidence est la même. Or nous avons fait voir que, lorsque les obliquités sont égales, la *Réfraction* l'est aussi. Il s'ensuit donc qu'ils conserveront, après la *Réfraction*, le parallélisme qu'ils avoient auparavant.

Il suit de là que, si l'on présente un verre plan des deux côtés, directement au soleil, la lumière passera au travers, comme si le verre n'y étoit point: car les rayons étant perpendiculaires, passeront à travers sans souffrir de *Réfraction*. Si l'on présente le verre obliquement au soleil, la lumière, après la *Réfraction*, aura à-peu-près la même force qu'auparavant; car sa force dépend de l'épaisseur et de l'union des rayons, aussi bien que de l'angle sous lequel elle frappe l'objet ou l'œil, et l'un et l'autre sont invariables dans le cas dont il s'agit. Il faut pourtant avouer que la lumière pourra être un peu affoiblie à cause des rayons qui se perdent dans l'intérieur du corps, et qui y sont comme absorbés ou réfléchis.

II. Si deux rayons *C D* et *C P* (*fig.* 59), partant du même point lumineux *C*, tombent sur une surface plane, en sorte que les points de *Réfraction D* et *P* soient également distans de la cathète d'incidence *G K*, les rayons rompus *D F* et *P Q* auront le même foyer virtuel, ou point de dispersion *G*. (*Voyez* FOYER).

Il suit de là, 1°. que puisque dans les rayons qui sont

fort proches les uns des autres, la distance de la cathète est à-peu-près la même, ils divergeront sensiblement du même point *G*, c'est-à-dire, qu'ils auront le même foyer virtuel *G*.

2°. Lorsque les rayons rompus, qui tombent sur un œil placé hors de la cathète d'incidence, sont ou également distans de cette cathète, ou fort proches les uns des autres, ils frapperont l'œil comme s'ils venoient du point *G*, et par conséquent on verra le point *C* par les rayons rompus comme s'il étoit en *G*, ou plutôt comme si les rayons partoient de *G*.(*Voyez* DIOPTRIQUE.)

III. Si un rayon *E D* tombe obliquement d'un milieu plus rare dans un autre plus dense, dont la surface est plane, la distance *C K* du point lumineux aura une moindre raison à la distance *K G* du foyer virtuel, que le sinus de l'angle de *Réfraction* à celui de l'angle d'incidence. Mais si la distance *K D* du point *K* de *Refraction* à la cathète d'incidence est très-petite par rapport à la distance *C K* du point lumineux, pour lors *C K* sera à *K G*, sensiblement et à très-peu-près, en raison du sinus de l'angle de *Réfraction* au sinus de l'angle d'incidence.

Il suit de là, 1°. que lorsque la *Réfraction* se fait de l'air dans le verre, la distance du point de dispersion des rayons près de la cathète, est sesquialtère de la distance du point radieux; et celle des rayons les plus éloignés plus que sesquialtère.

2°. Si l'œil est placé dans un milieu dense, les objets qu'il verra dans le plus rare, lui paroîtront beaucoup plus éloignés qu'ils ne le sont en effet; et l'on pourra déterminer le lieu de l'image, dans quelque cas donné que ce soit, par la raison de la *Réfraction*. Ainsi les objets placés dans l'air doivent paroître à un œil placé dans l'eau, beaucoup plus éloignés qu'ils ne le sont réellement.

IV. Si un rayon *D G* tombe obliquement d'un milieu plus dense dans un autre plus rare *A B*, la distance *G K* du point lumineux a une plus grande raison à la distance *K C* du point de dispersion, que le sinus de l'angle de *Réfraction* au sinus de l'angle d'incidence; mais si

D est fort près de *K*, *K G* sera à *K C*, sensiblement et à très-peu-près, en raison du sinus de l'angle de *Réfraction* à celui de l'angle d'incidence.

Il suit de là, 1°. que lorsque la *Réfraction* se fait du verre dans l'air, la distance du point de dispersion des rayons, près de la cathète d'incidence, est sous-sesquialtère de la distance du point lumineux; et que celle des rayons les plus éloignés est moins que sous-sesquialtère.

2°. Si la *Réfraction* se fait de l'eau dans l'air, la distance du point de dispersion des rayons, près de la cathète, sera sous-sesquitierce; et celle des rayons les plus éloignés, moindre que sous-sesquitierce.

3°. Si donc l'œil est placé dans un milieu plus rare, les objets placés dans un milieu plus dense, lui paroîtront plus près qu'ils ne le sont; et l'on pourra déterminer le lieu de l'image, dans quelque cas donné que ce soit, par la raison des sinus des angles d'incidence et de *Réfraction*. De là vient que le fond d'un vaisseau plein d'eau, paroît élevé par la *Réfraction* à un tiers de sa hauteur, à un œil placé perpendiculairement au-dessus de la surface, et c'est ce qui fait que les poissons et les autres corps qui sont plongés dans l'eau, nous paroissent plus près qu'ils ne le sont en effet.

4°. Si l'œil est placé dans un milieu plus rare, l'objet qu'il verra dans un milieu plus dense, par un rayon rompu sur une surface plane, lui paroîtra plus grand qu'il ne l'est effectivement. C'est une proposition que tous les auteurs avancent, fondés sur ce que l'angle visuel, sous lequel on voit l'objet, ou l'angle formé par les rayons rompus des extrémités de l'objet, est plus grand que l'angle que feroient ces mêmes rayons, s'ils venoient à l'œil immédiatement sans se rompre. Cependant on ne doit pas regarder cette démonstration comme bien exacte, parce que la grandeur apparente des objets n'est pas uniquement proportionnelle à la grandeur de l'angle visuel. *(Voyez* APPARENCE *et* VISION*)*.

Selon les mêmes auteurs, si l'objet est placé dans un milieu plus rare, et l'œil dans un milieu plus dense, l'objet paroîtra plus petit. Ainsi les objets qui sont sous l'eau, paroîtront plus grands qu'ils ne le sont à un œil

placé dans l'air; et ceux qui sont dans l'air, paroîtront plus petits aux poissons qui sont dans l'eau.

Quoique les conséquences s'accordent assez avec ce que l'expérience nous découvre, cependant il ne faut point regarder comme bien démontrés les Théorêmes précédens sur la grandeur apparente des objets vus par des verres plans. Cette matière est encore sujette à beaucoup de difficultés.

Loix de la Réfraction dans les surfaces sphériques, tant concaves que convexes. I. Un rayon de lumière *DE (fig. 60.)*, parallèle à l'axe d'une sphère plus dense, après une seule *Réfraction E*, vient couper l'axe en un point *F*, qui est au-delà du centre *C*.

Car le demi-diamètre *CE*, mené au point de *Réfraction E*, est perpendiculaire à la surface *KL*, et est par conséquent l'axe de *Réfraction;* mais nous avons vu qu'un rayon qui passe d'un milieu plus rare dans un milieu plus dense, s'approche de la perpendiculaire ou de l'axe de *Réfraction;* c'est pourquoi le rayon *DE* s'approchera de l'axe de la sphère *AF*, et viendra enfin le couper, et cela au-delà du centre *C* en *F*, à cause que l'angle de *Réfraction FEC* est moindre que celui d'incidence *CEH*.

II. Si un rayon *DE* tombe sur la surface sphérique convexe d'un milieu plus dense que celui d'où il vient, et qu'il vienne parallèlement à l'axe *AF*, le demi-diamètre *CE* sera au rayon rompu *EF*, en raison du sinus de l'angle rompu au sinus de l'angle d'incidence; mais la distance *CF* du centre au point de concours *F*, sera au rayon rompu *FE*, en raison du sinus de l'angle de *Réfraction* au sinus de l'angle d'incidence.

III. Si un rayon *DE* tombe sur la surface sphérique convexe d'un milieu plus dense *KL* parallèlement à son axe *AF*, la distance *FB* du foyer à la surface rompante est à sa distance *FC* du centre, en plus grande raison que celle du sinus de l'angle d'incidence au sinus de l'angle de *Réfraction*. Mais si les rayons sont fort proches de l'axe, et l'angle d'incidence *BCE* fort petit, les distances *FB* et *FC* du foyer à la surface et au centre seront à-peu-près en raison du sinus de l'angle d'incidence au sinus de l'angle de *Réfraction*.

Il suit de là, 1°. que si la *Réfraction* se fait de l'air dans le verre, dans le cas où les rayons sont près de l'axe, $FB : FC :: 3 : 2$; et dans le cas où le rayon est fort éloigné de l'axe, $FB : FC > 3 : 2$. Par conséquent dans le premier cas $FC : BF :: 2 : 3$; et dans le dernier $CF : FB < 2 : 3$.

2°. Si la *Réfraction* se fait de l'air dans l'eau, dans le premier cas $FB : FC :: 4 : 3$; et dans le dernier cas, $FB : FC > 4 : 3$; par conséquent dans le premier cas $BC : BF :: 1 : 4$: et dans le dernier cas $BC : BF < 1 : 4$.

Il suit donc que puisque les rayons du soleil sont sensiblement parallèles, dès qu'ils viendront à tomber sur la surface d'une sphère de verre solide, ou d'une sphère remplie d'eau, ils ne suivront pas une route parallèle à celle de l'axe, au-dedans de la sphère. *Vitellion* s'est donc trompé, quand il a avancé que les rayons du soleil qui tombent sur une sphère de verre, s'approchent du centre en se rompant, et en conservant leur parallélisme. (*Voyez* FOYER).

IV. Si un rayon DE (*fig.* 61.) parallèle à l'axe FA passe d'un milieu plus dense dans un milieu sphérique plus rare, il s'éloigne de l'axe après la *Réfraction*; et la distance FC du point de dispersion ou foyer virtuel au centre de la sphère sera à son demi-diamètre CE, en raison du sinus de l'angle de *Réfraction* à celui de l'angle rompu; et à la portion du rayon rompu FE, qui est retournée en arrière, en raison du sinus de *Réfraction* au sinus de l'angle d'incidence.

V. Si un rayon ED, en sortant d'un milieu plus dense, tombe parallèlement à l'axe AF sur la surface sphérique convexe KL d'un milieu plus rare, la distance FC du point de dispersion au centre sera à sa distance FB de la surface, en plus grande raison que celle du sinus de l'angle de *Réfraction* au sinus de l'angle d'incidence; mais si le rayon DE est fort proche de l'axe FA, la raison sera à-peu-près la même que celle du sinus de l'angle de *Réfraction* au sinus de l'angle d'incidence. Il suit de là, 1°. que si la *Réfraction* se fait du verre dans l'air, dans le cas où le rayon est près de l'axe, $FC : FB :: 3 : 2$, par conséquent $BC : FB ::$

1 : 2 ; c'est pourquoi dans le cas où le rayon est plus éloigné de l'axe, $BC : FB < 1 : 2$. 2°. Si la *Réfraction* se fait de l'eau dans l'air, dans le premier cas $FC : FB :: 4 : 3$; par conséquent $BC : FB :: 1 : 3$; dans le second cas $BC : FB < 1 : 3$. 3°. Puisque le point de dispersion F est plus éloigné de la surface rompante KL, si le rayon passe de l'eau dans l'air, que s'il passe du verre dans l'air, les rayons parallèles se disperseront moins dans le premier cas que dans le second.

VI. Si un rayon HE (*fig.* 60.) tombe parallèlement à l'axe FA d'un milieu plus rare sur la surface d'un milieu plus dense, sphériquement concave, le rayon rompu EN sera dirigé comme s'il partoit du point de l'axe F ; de sorte que FE sera à FC en raison du sinus de l'angle d'incidence au sinus de *Réfraction*.

VII. Si un rayon EH en sortant d'un milieu plus rare, tombe parallèlement à l'axe FB sur la surface sphérique concave d'un milieu plus dense, la distance FB du point de dispersion à la surface rompante sera à FC distance du centre, en plus grande raison que celle du sinus de l'angle d'incidence au sinus de l'angle de *Réfraction* ; mais si le rayon est fort proche de l'axe, et l'angle BCE fort petit, BF sera à CF, à très-peu-près, en raison du sinus de l'angle d'incidence au sinus de l'angle de *Réfraction*. D'où il suit, 1°. que si la *Réfraction* se fait de l'air dans le verre, dans le cas où le rayon est près de l'axe, $FB : FC :: 3 : 2$; dans le cas où il est plus éloigné de l'axe, $FB : FC > 3 : 2$; par conséquent dans le premier $BC : FC :: 1 : 2$; et dans le dernier $BC : FC < 1 : 2$. 2°. Si la *Réfraction* se fait de l'air dans l'eau, dans le cas où le rayon est près de l'axe, $FB : FC :: 4 : 3$; dans le cas où il est plus éloigné de l'axe, $FB : FC > 4 : 3$; par conséquent dans le premier cas $BC : FC :: 1 : 3$; et dans le second $BC : FC < 1 : 3$. 3°. Puisque ce point de dispersion F est plus éloigné du centre de la *Réfraction* qui se fait dans l'eau, que si elle se fait dans le verre, les rayons se disperseront moins dans le dernier cas que dans le premier.

VIII. Si le rayon HE (*fig.* 61.), en sortant d'un milieu plus dense, tombe parallèlement à l'axe AF sur la surface d'un milieu plus rare sphériquement con-

cave, le rayon rompu concourra avec l'axe *AF* au point *F*, en sorte que la distance *CF* du point de concours au centre sera au rayon rompu *FE* en raison du sinus de l'angle de *Réfraction* au sinus de l'angle d'incidence.

Réfraction dans un prisme de verre. Si un rayon de lumière *DF* (*fig.* 62.) tombe obliquement de l'air sur un prisme *ABC*, il se rompra en approchant de la perpendiculaire, et au lieu d'aller vers *F*, il se détournera en *G*, c'est-à-dire, vers la ligne *HI*, abaissée perpendiculairement à la surface *AB* au point de réfraction *E*. De même, puisque le rayon *EG*, passant du verre dans l'air, tombe obliquement sur *CB*, il se rompra vers *M*, et s'éloignera de la perpendiculaire *NGO* : et de là naissent les divers phénomènes que l'on observe dans le prisme. (*Voyez* PRISME).

C'est sur cette proposition qu'est fondée la propriété qu'a le prisme de séparer les rayons de différentes couleurs. Car les rayons de différentes couleurs se rompent différemment, comme l'on sait; de sorte que, si plusieurs rayons parallèles à *DE*, et de différente réfrangibilité (*Voyez* RÉFRANGIBILITÉ), tombent sur la surface *AB*, ces rayons, après leur entrée dans le verre, ne seront plus parallèles. Ils en sortiroient parallèles, si *CB* étoit parallèle à *AB*, comme on le verra plus bas. Mais, comme *CB* n'est point parallèle à *AB*, ces mêmes rayons ne sont plus parallèles en sortant, et par conséquent ils sont écartés et séparés les uns des autres; de sorte que le rayon *DE*, qui n'étoit qu'un rayon blanc ou un faisceau de rayons de toutes sortes de couleurs, mêlés et confondus ensemble, devient, après la *Réfraction* du prisme, un faisceau de rayons séparés.

Réfraction dans une lentille convexe. Si des rayons parallèles *AB*, *CD* et *EF* (*fig.* 63.) tombent sur la surface d'une lentille 2 *B* 3 *K*, le rayon perpendiculaire *AB* passera vers *K* sans se rompre, d'où sortant dans l'air perpendiculairement comme auparavant, il ira directement en *G*. Mais les rayons *CD* et *EF*, qui tombent obliquement de l'air sur le verre aux points *D* et *F*, se rompront vers l'axe de *Réfraction* (c'est-à-

dire, vers les lignes *H I* et *L M* menées perpendiculairement sur la surface rompante aux points de *Réfraction F* et *D*), et se détourneront vers *P* et vers *Q*. De même, sortant obliquement du verre pour tomber sur la surface de l'air, ils s'éloigneront de la perpendiculaire; c'est pourquoi *D Q* n'ira point vers *X*, mais vers *G*; et *F P* ira vers *G*, au lieu d'aller en *V*. On peut démontrer de même que tous les autres rayons, qui tombent sur la surface du verre, se rompront et aboutiront tous à-peu-près au point *G*, pourvu que les rayons *E F*, *C D*, etc. soient assez près de l'axe *A B*; car, s'ils en sont éloignés, leur point de concours avec l'axe ne pourra pas être censé au même point *G*. C'est pour cela que la plupart des lentilles, comme 2 *B* 3 *K*, ont fort peu de convexité, ou quand elles sont fort convexes, fort peu de largeur; car si on leur en donnoit trop, les rayons qui tomberoient vers les extrémités 2, 3, iroient rencontrer l'axe *A B*, après s'être rompus, dans un point fort différent du point *G*, où concourent les rayons rompus fort près de l'axe : et ces rayons, qui tombent vers les extrémités 2, 3, empêcheroient de cette manière le foyer *G* d'être aussi net qu'il le seroit sans cela. C'est aussi pour cette raison qu'on couvre souvent les extrémités 2 et 3, soit pardevant, soit parderrière, de quelque corps opaque, pour intercepter, soit avant, soit après la *Réfraction*, les rayons qui tombent sur les extrémités 2 et 3. (*Voyez* FOYER).

De là vient la propriété qu'ont les verres convexes, de rassembler les rayons parallèles, et les réunir tous au même point.

Réfraction dans une lentille concave. Si des rayons parallèles *A B*, *C D* et *E F* (*fig.* 64.) tombent sur une lentille concave *G B H I M K*, le rayon *A B* perpendiculaire au point *B* ira sans se rompre en *M*, ou, demeurant toujours perpendiculaire, il passera dans l'air sans se rompre jusqu'en *L*; mais le rayon *C D*, qui tombe obliquement sur la surface du verre, s'approchera de la perpendiculaire *N O*, et s'avancera vers *Q*; le rayon *D Q*, qui tombe obliquement du verre sur la surface de l'air, se rompra en s'éloignant de la perpendiculaire, et ira vers *V* : on démontrera de même

que le rayon *EF* se rompra vers *Y* et de là vers *Z*.

De là vient la propriété qu'ont les verres concaves de disperser les rayons parallèles et de les rendre divergens.

Réfraction dans un verre plan. Si des rayons parallèles *EF*, *GH*, *IL* (*fig.* 65.) tombent obliquement sur un verre plan *ABCD*, leur obliquité étant la même à cause de leur parallélisme, ils s'approcheront tous également de la perpendiculaire, et demeurant parallèles aux points *M*, *O* et *Q*, ils passeront dans l'air en s'éloignant également de la perpendiculaire, et resteront toujours parallèles.

Ainsi les rayons *EF*, *GH* et *IL*, en entrant dans le verre, se détourneront vers la perpendiculaire autant qu'ils s'en éloigneront en sortant; de sorte que la première *Réfraction* est ici détruite par la seconde, sans que pour cela l'objet paroisse daus sa véritable place.

REFRANGIBILITÉ. Propriété ou disposition qu'ont les corps à se détourner de leur première direction, lorsqu'ils passent obliquement d'un milieu dans un autre, d'une résistance différente. (*Voyez* RÉFRACTION).

Les corps solides se réfractent ordinairement en s'éloignant de la perpendiculaire au plan qui sépare les deux milieux, lorsqu'ils passent d'un milieu rare dans un plus dense; et, au contraire, ils se réfractent en s'approchant de cette perpendiculaire, lorsqu'ils passent d'un milieu dense dans un plus rare.

Les rayons de lumière font ordinairement le contraire, ils se réfractent en s'approchant de la perpendiculaire: lorsqu'ils passent d'un milieu rare dans un plus dense; et en s'éloignant de cette perpendiculaire, lorsqu'ils passent d'un milieu dense dans un plus rare. Il y a cependant quelques exceptions. (*Voyez* RÉFRACTION DE LA LUMIÈRE).

L'expérience a appris que les différens rayons de lumière n'ont pas tous le même degré de *Réfrangibilité*: que les rouges, par exemple, en ont un moindre degré que les orangés, les jaunes, les verts, etc. et que les violets sont, de tous, les plus réfrangibles.

Une plus grande ou moindre *Réfrangibilité* est une

disposition à être plus ou moins rompu en passant sous le même angle d'incidence dans le même milieu.

Toute la théorie de *Newton*, sur la lumière et les couleurs, est fondée sur les différentes *Réfrangibilités* des rayons de lumière. La vérité du principe paroîtra par les expériences suivantes.

1°. Si l'on fait passer un rayon de lumière à travers un petit trou fait à la fenêtre d'une chambre obscure, sur un prisme *A B C* (*Pl. LXXXX*, *fig.* 65, *n°.* 4), il peindra toutes les couleurs de l'arc-en-ciel dans toute leur vivacité sur un papier blanc *E F*; savoir, le rouge en *E*, ensuite le jaune, le vert, le bleu, et enfin le pourpre ou le violet, et la couleur sera la même sur quelque corps que l'on reçoive la lumière.

Néanmoins cette lumière colorée se propage en lignes droites, de même que l'autre lumière; elle se réfléchit aussi de la surface d'un miroir; elle se rompt en passant à travers une lentille, et conserve ses couleurs, tant après la réfraction, qu'après la réflexion. Ces rayons étant rassemblés au foyer d'une lentille convexe, dégénèrent en une lumière blanche, fort éclatante; mais ils reprennent leur première couleur lorsqu'ils ont passé le foyer, parce qu'alors ils s'écartent et se séparent de nouveau.

Puis donc que ces rayons, en passant par le prisme, souffrent une réfraction à leur entrée, et une autre à leur sortie (*Voyez* Prisme); il s'ensuit qu'un rayon de lumière se convertit en rayons colorés par la seule réfraction.

2°. Puisque les rayons colorés se continuent toujours en lignes droites, quoiqu'ils se réfléchissent des miroirs, ou qu'ils se rompent dans la lentille, il s'ensuit qu'ils retiennent toutes les propriétés de la lumière.

3°. Puisqu'il se fait au foyer une décussation et un mêlange des différens rayons colorés, qui les fait paroître blancs, et qu'ils reprennent leur première couleur, après leur séparation au-delà du foyer, il s'ensuit que les rayons rouges, jaunes, verts, bleus et pourpres, étant mêlés ensemble dans une proportion convenable, doivent produire la couleur blanche. (*Voy.* Blanc).

Il est bon d'observer que cette expérience réussit également quand la chambre n'est point obscure ; les couleurs en sont seulement moins vives.

Les rayons qui sont les plus réfrangibles par le prisme *EF* (*fig.* 66), étant de nouveau rompus par le prisme *GH*, dont l'axe est dans une situation perpendiculaire à l'égard de l'axe du premier prisme, sont encore plus rompus par le prisme *GH*, que les autres rayons qui ont moins de réfrangibilité ; de sorte que l'image *NO* de figure oblongue, formée par le premier prisme, devient alors inclinée, et conservant la même largeur, prend la situation *IK*.

Newton a le premier découvert cette propriété des rayons de lumière d'être différemment réfrangibles (*Voyez les Trans. Philosoph. de l'année* 1675) ; et a depuis répondu aux objections que lui ont faites plusieurs auteurs, entr'autres le P. *Pardies*, *Mariotte* et plusieurs autres. Il a dans la suite établi plus au long cette théorie, et il l'a éclaircie et confirmée par un grand nombre d'expériences dans son *Traité d'Optique*.

Ce ne sont pas seulement les rayons colorés produits par la réfraction qu'ils souffrent dans le prisme, mais encore ceux qui se réfléchissent des corps opaques, qui ont des différens degrés de *Réfrangibilité* et de réflexibilité ; et, comme le blanc est produit par le mélange de plusieurs rayons colorés, *Newton* en conclut que tous les rayons homogènes ont leur propre couleur qui répond à leur degré de *Réfrangibilité*, et qu'elle ne peut être changée, ni par la réflexion, ni par la réfraction ; que la lumière du soleil est un composé de toutes les couleurs primitives, et que toutes les couleurs composées ne naissent que du mélange de ces dernières. (*Voyez* Couleurs).

Il croit que les différens degrés de *Réfrangibilité* naissent de la différente grandeur des particules dont les différens rayons sont composés. Par exemple, que les rayons les moins réfrangibles, c'est-à-dire, les rouges, sont composés des particules les plus grosses ; les plus réfrangibles, c'est-à-dire, les violets, des plus petites ; et les rayons intermédiaires, jaunes, verts et bleus,

de particules d'une grosseur intermédiaire. (*Voyez* Rouge, etc).

Le même auteur remarque qu'une des principales causes de l'imperfection des lunettes est la différente *Réfrangibilité* des rayons de lumière; car ces rayons étant différemment réfrangibles, sont d'abord différemment rompus par la lentille, et étant ensuite rapprochés, ils forment des foyers différens par leur réunion. C'est ce qui avoit engagé *Newton* à imaginer son télescope catadioptrique, où il substitue la réflexion à la réfraction, parce que tous les rayons de lumière, réfléchis par un miroir, concourent tous au moins sensiblement au même foyer; ce qui n'arrive pas dans les lentilles. (*Voyez* Télescope).

REFRANGIBLE. Epithète que l'on donne aux corps qui ont la propriété de changer de direction, en passant obliquement d'un milieu dans un autre d'une résistance différente. *Voyez le mot* Réfrangibilité; vous y trouverez que tous les rayons de lumière ne sont pas également *Réfrangibles*.

REFRIGERENT. *Terme de chymie.* Vaisseau de cuivre *F* (*Pl. XXXI, fig.* 6) qui entoure le chapiteau d'un alambic, et dans lequel on met de l'eau froide, pour presser la condensation des vapeurs, qui s'élèvent dans le chapiteau des matières que l'on a mises à distiller dans la cucurbite. (*Voyez* Chapiteau). Dans la partie inférieure du *Réfrigérent* est placé un robinet *R*, par le moyen duquel on ôte l'eau qui est devenue trop chaude, pour en remettre de froide.

Les *Réfrigérens* commencent à n'être plus guère d'usage, parce qu'on a remarqué que, pour que la distillation aille bien, il faut que le chapiteau de l'alambic soit presque aussi chaud que la cucurbite. Et en effet, s'il est froid jusqu'à un certain point, les vapeurs s'y condensent aussitôt qu'elles y arrivent, et avant d'avoir atteint ses parois : elles retombent donc dans la cucurbite, au lieu de passer par le bec du chapiteau dans le récipient.

REFRINGENT. On appelle ainsi les substances qui occasionnent la réfraction des corps. Lorsqu'un corps passe obliquement de l'air dans l'eau, on dit alors que

l'eau est le milieu *Réfringent*: s'il passe ainsi de l'eau dans l'air, on dit alors que l'air est le milieu *Réfringent*. (*Voyez* RÉFRACTION). Toutes les substances transparentes sont capables de réfracter les rayons de lumière: elles sont donc pour eux des milieux *Réfringens*. (*Voyez* RÉFRACTION DE LA LUMIÈRE).

REFRINGENT. (*Milieu*) (*Voyez* MILIEU RÉFRINGENT).

REFROIDISSEMENT. Action par laquelle un corps perd une partie de sa chaleur, par laquelle il se refroidit. La principale cause du *Refroidissement* d'un corps est le froid, ou, pour mieux dire, le défaut de chaleur des autres corps qui l'avoisinent. Un corps chaud, qui est exposé à un air froid ou plongé dans l'eau froide, éprouve un *Refroidissement*, parce que la matière du feu, qui le pénètre et qui tend à se répandre uniformément partout, s'échappe en partie de ce corps chaud et passe dans le fluide qui l'environne, jusqu'à ce que ce corps et le fluide aient acquis une température commuuneet nouvelle pour tous les deux.

Une autre cause du *Refroidissement* des corps est l'évaporation des liqueurs qui se trouvent à leur surface: et ce *Refroidissement* est d'autant plus prompt et plus grand, comme nous le dirons dans l'instant, que ces liqueurs sont plus volatiles et plus susceptibles d'évaporation. On sait que les habitans des pays chauds emploient depuis long-tems ce moyen pour rafraichir les boissons dont ils font usage.

La dissolution de certains sels dans l'eau occasionne souvent un assez grand *Refroidissement*. On se sert aussi de ces sels pour refroidir de la neige ou de la glace pilée, au point de congeler des liqueurs qu'on plonge dans ce mèlange.

Réaumur, après l'invention de son thermomètre, se trouva en état de déterminer avec plus d'exactitude qu'on n'auroit pu faire jusqu'alors, le degré de froid que chaque sel étoit capable de produire en le mélant avec la glace, et la proportion dans laquelle il devoit y être mélé pour produire le plus grand des froids qu'il est capable de faire naître. Voici le résultat de ses

expériences, tel qu'il se trouve dans les Mémoires de l'Académie des Sciences pour l'année 1734.

Le borate n'a donné à la glace qu'un demi-degré de froid au-dessous de la congélation.

La chaux vive en a donné un et demi.

Le sulfate de fer, deux; le sulfate de soude n'en a pas donné davantage.

La soude et la cendre de bois neuf en ont donné 3 chacune.

Le nitre le plus raffiné 3 $\frac{1}{2}$.

Le sucre 5.

Le sel de soude 6 $\frac{1}{2}$.

Le carbonate de potasse, la soude et le sel de verre 10 chacun.

Le sel marin 15.

Le muriate de soude fossile 17.

La potasse 17 $\frac{1}{2}$, et de moins bonne 16.

De la glace pilée, et la moitié de son poids d'acide nitrique ramené au degré de la congélation, ont fait baisser la liqueur dans le thermomètre à 19 degrés au-dessous de la congélation.

De l'acide nitrique et de la glace refroidis au point d'avoir 14 degrés de froid, ont produit un froid qui a fait descendre la liqueur du thermomètre à 23 degrés.

De la glace et de l'acide nitrique refroidis à ce point, l'ont fait descendre à 25 degrés.

L'acide muriatique a produit trois quarts de degré de froid moins que l'acide nitrique.

De l'esprit-de-vin auquel *Réaumur* avoit fait prendre 19 degrés de froid, en environnant la bouteille, dans laquelle il étoit, de glace refroidie à ce point, versé sur de la glace refroidie au même degré, a fait descendre le thermomètre à 21 $\frac{1}{2}$ degrés.

Convaincu, par ces expériences, qu'avec de la glace et du sel refroidis, ou pouvoit produire des degrés de froid plus grands que ceux qu'ils donnent, lorsqu'on les mêle ensemble, n'ayant chacun que le froid de la congélation ou un froid moindre, il mêla ensemble de la glace et du sel marin qui avoient chacun 14 degrés de froid et qui étoient très-secs : il ne se fit aucune fusion,

aussi n'y eut-il pas de froid produit; mais ayant versé sur la glace de l'eau chargée de sel marin et froide, de 8 à 9 degrés, la glace et le sel se fondirent, et sur-le-champ le froid des matières qui se fondoient, augmenta de sorte que le thermomètre descendit à 17 ½ degrés, deux degrés et demi plus bas que le terme ordinaire du froid de la glace et du sel marin; d'où il conclut qu'au moyen de cet expédient, on pourroit, avec de la glace et du sel refroidis de plus en plus, produire des degrés de froid de plus grands en plus grands.

Afin de déterminer en général la proportion des sels à la glace, pour produire le plus grand froid qu'ils sont capables de faire naître, *Réaumur* fait remarquer que le *Refroidissement* ne se faisant qu'à l'occasion de la fonte de la glace, il falloit employer la quantité, soit de matière solide, soit de liquide, nécessaire pour fondre la glace. Ainsi la proportion la plus efficace du mélange d'un sel avec la glace, seroit celle que l'eau peut tenir en dissolution, si le sel pouvoit être mêlé en parties infiniment petites avec la glace prodigieusement divisée; mais, comme cela n'est pas possible, il faut mettre un peu plus de sel que l'eau n'en peut dissoudre, afin qu'il touche une plus grande quantité de glace, et qu'il en accélère mieux la dissolution.

Réaumur termine son Mémoire par cette observation: *Une remarque que nous avons faite*, dit-il, *c'est que pour produire de nouveaux degrés de froid, il faut que de la glace fondue et de la matière, soit solide, soit liquide, qui a été employée, il se fasse un nouveau liquide. De là naît une règle pour connoître les liqueurs, qui, mêlées avec la glace, sont capables d'y produire du froid. Toutes les liqueurs huileuses qui ne peuvent pas se mêler avec l'eau, seront employées sans succès. Aussi ai-je éprouvé que des huiles grossières, telles que l'huile de lin, ou des huiles plus subtiles, comme l'esprit et l'huile de térébenthine, sont jetées inutilement sur la glace; elles la peuvent fondre, mais elles ne peuvent se mêler avec l'eau qui naît de la fusion, et par-là elles sont incapables de produire de nouveaux degrés de froid.*

Richmann, dans un Mémoire qu'on trouve dans le *Tome I* des nouveaux Mémoires de l'Académie impé-

riale de Pétersbourg, pour les années 1747 et 1748, dit avoir observé.

1°. Qu'un thermomètre qu'on retire de l'eau et qu'on expose à l'air, lors même que sa température est supérieure ou égale à celle de l'eau dont on le retire, descend toujours.

2°. Qu'ensuite il remonte, jusqu'à ce qu'il soit parvenu au degré de la température de l'athmosphère.

3°. Que le temps qu'il emploie à descendre, est moins long que celui qu'il met à remonter.

4°. Que lorsque le thermomètre qu'on a retiré de l'eau, est parvenu au degré de la température de l'air, sa boule est sèche.

5°. Mais qu'elle est humide, tant qu'il est au-dessous de ce degré; d'où il conclut :

6°. Que c'est à cette humidité seule qu'il faut attribuer la descente du mercure dans le thermomètre, puisque de quelque manière que cette humidité soit produite, le thermomètre descend, et qu'il indique la température de l'air, dès qu'il est sec.

7°. Que cet abaissement du mercure est tantôt plus grand et tantôt plus petit.

Mairan a fait à-peu-près les mêmes observations. Il a vu en outre qu'on augmentoit le *Refroidissement*, ou du moins qu'on accéléroit la descente de la liqueur du thermomètre, en soufflant dessus ou en l'agitant en rond; et il dit que l'expérience réussit toujours mieux dans un temps sec par le vent de nord, et lorsque le mercure est fort haut dans le baromètre qu'en un temps humide par un vent de sud, lorsque le baromètre est fort bas. *Voyez Dissertation sur la Glace, édition de* 1749, *in*-12.

Ce phénomène a été pour nos deux Physiciens une source de conjectures et d'hypothèses que nous ne croyons pas devoir rapporter, parce qu'elles sont suffisamment réfutées par les observations de *Cullen*, Professeur en Médecine, dans l'Université de Glascow, qui a démontré le premier qu'il étoit dû à l'évaporation du liquide. Nous allons donner un sommaire du Mémoire qu'il lut à ce sujet à la Société d'Edimbourg, le 1 mai 1755.

Un de ses disciples ayant observé que, lorsqu'après

avoir plongé un thermomètre dans l'esprit-de-vin, on venoit à l'en retirer et à l'exposer à l'air, le mercure descendoit toujours de deux ou trois degrés, quoique cet esprit fût au degré de la température de l'athmosphère, ou même au-dessous; ce fait, joint à ce qu'il avoit lu dans la Dissertation de *Mairan* sur la glace, lui fit conjecturer que les fluides en évaporation pouvoient produire du froid, ce qui l'engagea à faire de nouvelles expériences pour vérifier cette conjecture.

Il commença par répéter les expériences qui avoient été faites avec l'esprit-de-vin, et il trouva, quelque soin qu'il prît pour que son esprit-de-vin fût exactement à la même température que l'athmosphère, que le thermomètre descendoit constamment de plusieurs degrés, toutes les fois qu'il l'en retiroit, et qu'il continuoit à descendre, tant que la boule étoit mouillée. Il observa encore que si, lorsque la boule commençoit à sécher et le mercure à remonter, on la plongeoit de nouveau dans l'esprit-de-vin, et qu'on l'en retirât sur-le-champ, le mercure descendoit plus bas; et qu'en répétant cette manœuvre, on pouvoit produire un froid très-sensible. Il observa en outre qu'on augmentoit ce froid en agitant le thermomètre dans l'air entre chaque nouvelle immersion, en soufflant sur la boule avec un soufflet, pendant qu'elle étoit mouillée d'esprit-de-vin, ou même en agitant l'air de toute autre manière.

Mais ce qui confirme de plus en plus sa conjecture, c'est que l'ammoniaque retiré par la chaux, l'éther de Frœbenius, l'éther nitrique, la teinture volatile de soufre, l'esprit-de-vin, l'ammoniaque tiré avec l'alkali fixe, l'eau-de-vie, le vin, le vinaigre, l'eau, l'huile volatile de térébenthine, celle de menthe et celle de piment lui présentèrent le même phénomène. Ces différentes liqueurs produisoient du froid en s'évaporant de dessus la boule du thermomètre, les unes plus, les autres moins, selon l'ordre où nous les avons rangées, de façon qu'il paroît que l'énergie avec laquelle ces différens fluides en évaporation produisent le froid, suit à-peu-près le rapport de leur volatilité.

Voici encore des faits qui concourent à démontrer cette théorie: un thermomètre suspendu dans le récipient

d'une machine pneumatique, descend de deux ou trois degrés toutes les fois qu'on en pompe l'air. Mais lorsqu'il est resté quelque tems dans le vide, et remonté jusqu'au degré de la température de l'atmosphère, lorsqu'on laisse entrer l'air extérieur, il remonte encore deux ou trois degrés au-dessus. Cela vient de ce que, lorsqu'on pompe l'air, les substances susceptibles d'évaporation, se vaporisent, en se combinant avec le calorique : et l'on sait que le calorique combiné n'occasionne aucune chaleur sensible. Mais lorsqu'on fait rentrer l'air sous le récipient, sa pression fait reprendre aux vapeurs leur premier état : elles abandonnent donc le calorique qui leur étoit combiné ; et ce calorique devenu libre occasionne de la chaleur sensible.

Si on place, sous le récipient d'une machine pneumatique, un vaisseau rempli d'esprit-de-vin dans lequel plonge un thermomètre ; quand on pompe l'air, le thermomètre descend de plusieurs degrés, mais beaucoup plus sensiblement lorsque l'air sort abondamment de l'esprit-de-vin : comme ce fluide fournit de l'air pendant long-temps, il faut un temps considérable pour que le thermomètre remonte à la température de l'air extérieur. Si, lorsqu'il est arrêté, on le retire de l'esprit-de-vin, et qu'on le tienne suspendu dans le vide, il descend très-rapidement 8 ou 9 degrés au-dessous, beaucoup plus bas qu'il ne seroit descendu dans l'air, dans les mêmes circonstances. L'ammoniaque fait avec la chaux et les deux éthers, ont présenté les mêmes phénomènes, lorsqu'on a fait les expériences dans le vide ; il est même arrivé une fois que *Cullen* ayant mis un vaisseau plein d'éther nitrique dans lequel plongeoit un thermomètre, qui marquoit la température de 53 degrés, dans un vaisseau plus grand, qu'il remplit d'eau, ayant pompé l'air et ayant laissé les vaisseaux quelques minutes dans le vide, il trouva la plus grande partie de l'eau glacée, et le vaisseau qui contenoit l'éther, environné d'une croûte de glace dure et épaisse.

Tels sont les faits que les Physiciens ont recueillis sur

sur la production artificielle du froid : on peut les réduire à quatre phénomènes principaux.

1°. Tous les liquides en évaporation sont capables de refroidir les corps de dessus lesquels ils s'évaporent.

2°. La solution des sels neutres dans l'eau est accompagnée d'un *Refroidissement* d'autant plus considérable, que cette solution est plus prompte.

3°. Tout ce qui est capable de liquéfier la glace et de se mêler à l'eau qui résulte de sa liquéfaction, augmente l'énergie de la propriété qu'elle a de refroidir les corps auxquels elle est appliquée.

4°. L'application de certains acides à quelques sels neutres, surtout au muriate d'ammoniaque et aux alkalis volatils, cause un froid sensible.

REGALE. (*Eau*) (*Voyez* ACIDE NITRO-MURIATIQUE).

REGARDER. C'est se tourner vers un objet, pour en recevoir l'image au fond de l'œil. Sitôt que nous avons les yeux ouverts tournés vers quelque objet, la lumière, qui vient de cet objet, trace son image au fond de notre œil. Cela suffit pour que nous soyions dits *Regarder* cet objet ; mais cela ne suffit pas pour que nous le voyions : il faut de plus que l'impression qui se fait sur notre organe, excite ou réveille en nous l'idée de la présence de cet objet. La vision n'est donc pas accomplie par cette seule peinture de l'objet : la preuve de cela, c'est qu'elle se fait également dans les yeux d'un mort, qui certainement ne voit pas. Elle se fait même souvent dans les yeux des vivans, sans qu'ils voient davantage : car, dès que nous avons les yeux ouverts en plein jour, la lumière y peint une infinité d'objets, que nous ne voyons cependant pas, si notre ame, occupée d'autre chose, ne fait pas attention à l'impression que ces objets occasionnent sur l'organe de notre vue. Ainsi pour voir, outre la peinture de l'objet au fond de l'œil, il faut encore l'attention de l'ame. (*Voyez* VOIR).

REGION. *Terme de Physique.* On appelle ainsi trois portions de l'athmosphère, placées les unes au-dessus des autres : de sorte que l'une s'appelle la *basse-Région* ;

l'autre la *moyenne-Région*; et la troisième, la *Région haute* ou *supérieure*.

La basse *Région* est celle où nous respirons; elle se termine à la plus petite hauteur où se forment les nuages et autres météores. La moyenne *Région* est celle où résident les nuages et où se forment les météores; elle s'étend depuis l'extrémité de la basse, jusqu'au sommet des plus hautes montagnes. (*Voyez* MÉTÉORE, NUAGE, MONTAGNE).

La région supérieure commence depuis les sommets des plus hautes montagnes, et a pour limites celles de l'atmosphère même. Dans cette dernière règnent un calme, une pureté et une sérénité perpétuelles.

RÈGLE. (*Equerre et la*) (*Voyez* EQUERRE ET LA RÈGLE).

REGULIER. *Terme de Mathématiques.* Epithète que l'on donne à un corps ou à une figure dont les côtés et les angles sont égaux. Par exemple, un triangle équilatéral et un quarré sont des figures *régulières*; car, dans chacun d'eux tous les côtés et tous les angles sont égaux : un cube est un solide *régulier*; car il est renfermé dans six côtés égaux.

REJAILLIR. Action par laquelle un corps en mouvement, et qui rencontre un obstacle, ou revient directement sur ses pas, ou se réfléchit du côté opposé à celui d'où il vient. Une balle de paume lancée contre un mur et qui vient après avoir rencontré le mur, est dite *rejaillir*. (*Voyez* RÉFLEXION).

RELATIF. (*Mouvement*) (*Voyez* MOUVEMENT RELATIF).

RELATIF. (*Vitesse*) (*Voyez* VITESSE RELATIVE).

RELEVEUR. Nom que l'on donne en anatomie à un muscle qui sert à relever la paupière supérieure; on l'appelle son *Releveur propre*. Il a son attache fixe au fond de l'orbite; et son attache mobile au bord de la paupière supérieure.

RELEVEUR. On donne encore ce nom à un des quatre muscles droits de l'œil; savoir à celui qui sert à le relever, et qui est le supérieur. Il a son attache fixe dans le fond de l'orbite à la circonférence du trou optique, et son attache mobile au bord antérieur et su-

périeur de la *cornée opaque*. (*Voyez* Œil). Ce muscle est aussi appelé *Superbe*.

REMOUS. Mouvement particulier qu'on observe dans l'eau des fleuves.

Il y en a de deux espèces ; le premier est produit par une force vive, telle qu'est celle de l'eau de la mer dans les marées, qui non-seulement s'oppose comme obstacle au mouvement de l'eau du fleuve, mais comme corps en mouvement, et en mouvement contraire et opposé à celui du courant du fleuve : ce *Remous* fait un contre-courant d'autant plus sensible que la marée est plus forte. L'autre espèce de *Remous* n'a pour cause qu'une force morte comme est celle d'un obstacle, d'une avance de terre, d'une île dans la rivière, etc. Quoique ce *Remous* n'occasionne pas ordinairement un contre-courant sensible, il l'est cependant assez pour être reconnu, et même pour fatiguer les conducteurs de bateaux sur les rivières. Si cette espèce de *Remous* ne fait pas toujours un contre-courant, il produit nécessairement ce que les gens de rivière appellent *une morte*, c'est-à-dire, *des eaux mortes*, qui ne coulent pas comme le reste de la rivière, mais qui tournoient de façon que quand les bateaux y sont entraînés, il faut beaucoup de force pour les en faire sortir.

Ces eaux mortes sont fort sensibles dans toutes les rivières rapides au passage des ponts. La vitesse d'une rivière augmente au passage d'un pont, dans la raison inverse de la somme de la largeur des arches à la largeur totale de la rivière.

L'augmentation de la vitesse de l'eau étant donc très-considérable en sortant de l'arche d'un pont, celle qui est à côté du courant est poussée latéralement et de côté contre les bords de la rivière, et par cette réaction, il se forme un mouvement de tournoiement, quelquefois très-fort. Lorsque ce tournoiement causé par le mouvement du courant et par le mouvement opposé du *Remous*, est fort considérable, cela forme une espèce de petit gouffre ; et l'on voit souvent dans les rivières rapides, à la chûte de l'eau au-delà des arrières-becs des piles d'un pont, qu'il se forme de ces petits gouf-

fres ou tournoiemens d'eau. *Hist. Nat. Gen. et part. Tom. I.*

RENARD. Nom que l'on donne en astronomie, à une des constellations de la partie septentrionale du ciel, et qui est placée en partie dans la voie lactée, au-dessous du Cygne, et au-dessus de l'Aigle et du Dauphin. C'est une des 11 nouvelles constellations formées par *Hévélius*, et ajoutées aux anciennes dans son ouvrage, intitulé : *Firmamentum sobieskianum*, (*Voyez l'astronomie de* la Lande, *pag.* 188). Cette constellation et celle de l'Oie répondent à celle qu'*Augustin Royer* avoit formée auparavant sous le nom de *Fleuve du Tigre*. (*Voyez* TIGRE. (*Fleuve du*)

RENTRANT. (*Angle*) (*Voyez* ANGLE RENTRANT).

REPERCUSSION. C'est la même chose que *Réflexion*. (*Voyez* RÉFLEXION).

REPOS. Etat d'un corps qui persévère soit en totalité, soit même eu égard à ses parties, dans les mêmes rapports de situation avec les objets qui l'environnent, soit de près, soit de loin. C'est là ce qu'on peut appeler le *Repos absolu*. Il y a une autre espèce de *Repos*, qui n'est que *relatif*. C'est la permanence d'un corps dans les mêmes rapports de situation avec les corps qui l'environnent, quoique ces corps se meuvent avec lui. Tel est le *Repos* de tous les corps qui sont immobiles sur la terre : ils sont en *Repos* relativement à la terre ; mais ils sont emportés avec elle dans ses mouvemens annuel et diurne.

Cela doit nous faire juger qu'il n'y a point dans la nature de *Repos absolu;* qu'il n'y a que le *Repos relatif* qui puisse avoir lieu. Mais, en comparant entr'eux les corps terrestres, on peut regarder comme *absolu*, le *Repos* de celui qui ne change point de situation respectivement à eux.

Le *Repos* n'a pas ses degrés, comme le mouvement, à moins qu'on ne le confonde avec la force d'inertie (*Voyez* FORCE D'INERTIE); il est toujours tout ce qu'il peut être. Un corps peut bien se mouvoir plus ou moins vîte ; mais quand il est une fois en *Repos*, il n'y est ni plus ni moins; il y est autant qu'il peut y être.

Newton définit le *Repos* absolu, l'état continué d'un corps dans la même partie de l'espace absolu et immuable, et le *Repos* relatif, l'état continué d'un corps dans une même partie de l'espace relatif; ainsi dans un vaisseau qui fait voile, le *Repos* relatif est l'état continué d'un corps dans le même endroit du vaisseau, et le *Repos* vrai ou absolu est son état continué dans la même partie de l'espace absolu, dans lequel le vaisseau et tout ce qu'il renferme est contenu. Si la terre est réellement et absolument en *Repos*, le corps relativement en *Repos* dans le vaisseau sera mu réellement et absolument, et avec la même vitesse que le vaisseau; mais si la terre se meut, le corps dont il s'agit aura un mouvement absolu et réel, qui sera occasionné en partie par le mouvement réel de la terre dans l'espace absolu, et en partie par le mouvement relatif du vaisseau sur la mer. Enfin, si le corps est aussi mu relativement dans le vaisseau, son mouvement réel sera composé en partie du mouvement réel de la terre dans l'espace immuable, en partie du mouvement relatif du vaisseau sur la mer, et en partie du mouvement propre du corps dans le vaisseau : ainsi si la partie de la terre où est le vaisseau se meut vers l'orient avec une vitesse de 10010 degrés, et que le vaisseau soit porté par les vents vers l'occident avec 10 degrés, et qu'en même temps un homme marche dans le vaisseau vers l'orient avec un degré de vitesse, cet homme sera mu réellement et absolument dans l'espace immuable vers l'orient avec 10001 degrés de vitesse, et relativement à la terre avec neuf degrés de vitesse vers l'occident.

On voit par conséquent qu'un corps peut être dans un *Repos* relatif, quoiqu'il soit mu d'un mouvement commun relatif; car les marchandises qui sont dans un vaisseau à voile ou dans une barque, y reposent d'un *Repos* relatif, et sont mues d'un mouvement relatif commun, c'est-à-dire, avec le vaisseau même dont ils font comme partie.

Il se peut aussi qu'un corps paroisse mu d'un mouvement relatif propre, quoiqu'il soit cependant dans un repos absolu. Supposons qu'un vaisseau fasse voile d'orient en occident, et que le pilote jette d'occident en

orient une pierre qui aille avec autant de vîtesse que le vaisseau même, mais qui prenne un chemin tout opposé; cette pierre paroîtra à celui qui est dans le vaisseau avoir autant de vîtesse que le vaisseau, mais celui qui est sur le rivage et qui la considère, verra cette même pierre, et elle est effectivement dans un *Repos* absolu, puisqu'elle se trouve toujours dans la même portion de l'espace. Comme cette pierre est poussée d'orient en occident à l'aide du mouvement du vaisseau, et qu'elle est poussée avec la même vîtesse d'occident en orient par la force de celui qui la jette, il faut que ces deux mouvemens, qui sont égaux, et qui se détruisent l'un l'autre, laissent de cette manière la pierre dans un repos absolu. *Mussch. Ess. de Phy.*, *pag.* 77.

Les philosophes ont agité la question, si le *Repos* est quelque chose de positif ou une simple privation. (*Voyez* sur cela l'article MOUVEMENT).

C'est un axiome de philosophie, que la matière est indifférente au *Repos* ou au mouvement; c'est pourquoi *Newton* regarde comme une loi de la nature que chaque corps persévère dans son état de *Repos* ou de mouvement uniforme, à moins qu'il n'en soit empêché par des causes étrangères. (*Voyez* LOIX DE LA NATURE). Les Cartésiens croient que la dureté des corps consiste en ce que leurs parties sont en *Repos* les unes auprès des autres, et ils établissent ce *Repos* comme le grand principe de cohésion par lequel toutes les parties sont liées ensemble. *Voyez* DURETÉ. Ils ajoutent que la fluidité n'est autre chose que le mouvement intestin et perpétuel des parties. (*Voyez* FLUIDITÉ *et* COHÉSION). Pour éviter l'embarras que la distinction de *Repos* absolu et *Repos* relatif mettroit dans le discours, on suppose ordinairement, lorsqu'on parle du mouvement et du *Repos*, que c'est d'un mouvement et d'un *Repos* absolus, car il n'y a de mouvement réel que celui qui s'opère par une force résidente dans le corps qui se meut, et il n'y a de repos réel que la privation de cette force.

Il n'y a point dans ce sens de *Repos* dans la nature, car toutes les parties de la matière sont toujours en

mouvement, quoique les corps qu'elles composent puissent être en *Repos*; ainsi, on peut dire qu'il n'y a point de *Repos* interne.

Un corps qui est en *Repos*, ne commence jamais de lui-même à se mouvoir. Car puisque toute matière est douée de la force passive, par laquelle elle résiste au mouvement, elle ne peut se mouvoir d'elle-même. Pour que le mouvement ait lieu, il faut donc une cause qui mette ce corps en mouvement. Ainsi tout corps en *Repos* resteroit éternellement en *Repos*, si quelque cause ne le mettoit en mouvement, comme il arrive, par exemple, lorsque je retire une planche sur laquelle une pierre est posée, ou que quelque corps en mouvement communique son mouvement à un autre corps, comme lorsqu'une bille de billard pousse une autre bille. C'est par le même principe qu'un corps en mouvement ne cesseroit jamais de se mouvoir, si quelque cause n'arrêtoit son mouvement en consumant sa force; car la matière résiste également au mouvement et au repos par son inertie; d'où résulte cette loi générale. Un corps persévère dans l'état où il se trouve, soit de repos, soit de mouvement, à moins que quelque cause ne le tire de son mouvement ou de son *Repos*. (*Voyez* FORCE D'INERTIE). *Institut. de Physique* de madame du Châtelet, §. §. 220, 229.

REPULSION. Puissance par laquelle les corps se repoussent mutuellement. Cette puissance existe-t-elle réellement dans la nature? *Newton* paroît l'avoir soupçonnée, suivant ce qu'il dit dans son *Traité d'Optique*, *question* 31, *pag.* 579. « Comme dans l'Algèbre les » quantités négatives commencent où les affirmatives » disparoissent, ainsi dans la mécanique la vertu re- » poussante doit paroître où l'attraction vient à cesser. » Or qu'il y ait une telle vertu, c'est ce qui semble » suivre des réflexions et des inflexions des rayons » de lumière : car, dans ces deux cas, les rayons sont » repoussés par les corps, sans un contact immédiat » du corps qui cause ces réflexions ou ces inflexions. » Cela suit encore, ce semble, de l'émission de la » lumière, le rayon n'étant pas plutôt lancé hors du » corps lumineux, par les vibrations des parties de ce

» corps, et sorti de la sphère de son attraction, qu'il » est poussé en avant avec une vîtesse excessive : car » la force qui, dans la réflexion, est suffisante pour » repousser un rayon, peut l'être pour le pousser en » avant. Il semble aussi que cela suit de la production » de l'air et des vapeurs : car les particules qui sont » détachées des corps par la chaleur ou la fermentation, ne sont pas plutôt hors de la portée de l'attraction du corps qu'elles s'éloignent de lui, et les » unes des autres, d'une grande force, s'écartant quelquefois jusqu'à occuper plus d'un million de fois » plus d'espace qu'elles n'en occupoient auparavant sous » la forme d'un corps compacte..... C'est en conséquence de cette même puissance repoussante qu'il » semble que les mouches marchent sur l'eau sans se » mouiller les pieds, etc. ». Il est aisé de voir que ces raisons sont trop foibles et trop peu concluantes, pour pouvoir en inférer l'existence de cette puissance que l'on nomme *Répulsion*. Aussi *Newton* n'a-t-il donné ses questions d'optique que comme des doutes, et non pas comme des assertions. Cependant la *Répulsion*, comme *fait*, est certaine.

En effet on trouve, selon plusieurs physiciens, beaucoup d'exemples de *Répulsion* dans les corps; comme entre l'huile et l'eau, et en général, entre l'eau et tous les corps onctueux, entre le mercure et le fer, et entre quantité d'autres corps.

Si, par exemple, on met sur la surface de l'eau un corps gras, plus léger que l'eau, ou un morceau de fer sur du mercure, la surface du fluide baissera à l'endroit où le corps est posé. Ce phénomène, selon quelques auteurs, est une preuve de *Répulsion* : comme l'élévation du fluide au-dessus de la surface des tuyaux capillaires qu'on y a enfoncés, est une marque d'attraction. (*Voyez* TUYAU CAPILLAIRE.)

Dans le second cas, selon ces auteurs, le fluide est suspendu au-dessus de son niveau par une faculté attractive, supérieure à la force de sa gravité, qui l'y réduiroit. Dans le premier, l'enfoncement se fait par la faculté répulsive, qui empêche que la liqueur, no-

nobstant sa gravité, ne s'écoule pardessous, et ne remplisse l'espace occupé par le corps.

C'est là ce qui fait, selon les mêmes auteurs, que de petites bulles de verre flottant sur l'eau, quand elles sont claires et nettes, l'eau s'élève pardessus; aulieu que quand elles sont graissées, l'eau forme un creux tout-autour. C'est aussi pourquoi dans un vaisseau de verre, l'eau est plus haute vers les bords du vaisseau que dans le milieu; et qu'au contraire, si on l'emplit comble, l'eau est plus haute au milieu que vers les bords.

Nous n'examinerons point ici la solidité de ces différentes explications; nous nous contenterons d'observer que la *Répulsion*, comme fait, ne peut être contestée de personne; à l'égard de la cause qui peut la produire, c'est un mystère encore caché pour nous. Peut-être dans les différens phénomènes que nous observons, la *Répulsion* pourroit-elle s'expliquer par une attraction plus forte vers le côté où le corps paroît repoussé, et il est certain que, par exemple, la descension du mercure dans les tuyaux capillaires, n'est point une suite de la *Répulsion*, mais de ce que le mercure attire plus fortement que le verre. Si l'on pouvoit expliquer aussi facilement les autres effets, il seroit inutile de faire un principe de la *Répulsion*, comme on en fait un de l'attraction, qui peut être à elle-même une cause : car il ne faut pas multiplier les principes sans nécessité.

Comme la *Répulsion* paroît avoir les mêmes principes que l'attraction, avec cette différence qu'elle n'a lieu que dans certaines circonstances, il s'ensuit qu'elle doit être assujettie aux mêmes loix; et comme l'attraction est plus forte dans les petits corps que dans les grands, à proportion de leurs masses, il en doit donc être de même de la *Répulsion*. Mais les rayons de lumière sont les plus petits corps dont nous ayons connoissance; il s'ensuit donc qu'ils doivent avoir une force répulsive supérieure à celle de tous les autres corps. (*Voyez* RAYON DE LUMIÈRE.)

Newton a calculé que la force attractive des rayons de lumière est 1000000000000000 fois aussi grande que celle de la gravité sur la surface de la terre; d'où

résulte, selon lui, cette vîtesse inconcevable de la lumière qui vient du soleil à nous en sept minutes de tems : car les rayons qui sortent du corps du soleil par le mouvement de vibration de ses parties, ne sont pas plutôt hors de sa sphère d'attraction, qu'ils sont soumis, selon *Newton*, à l'action de la force *répulsive*. (*Voyez* LUMIÈRE).

L'élasticité ou ressort des corps, ou cette propriété par laquelle ils reprennent la figure qu'ils avoient perdue à l'occasion d'une force externe, est encore une suite de la *Répulsion*, selon le même philosophe. (*Voyez* ÉLASTICITÉ).

Nous nous contentons d'exposer ici ces opinions, qui, à dire le vrai, ne nous paroissent pas encore suffisamment constatées par les phénomènes. Prétendre que l'attraction devient *répulsive*, comme les quantités positives deviennent négatives en algèbre, c'est un raisonnement plus mathématique que physique.

RÉPULSION DE L'AIMANT. Propriété qu'a l'*aimant* de repousser un autre *aimant*, lorsqu'on les présente l'un à l'autre par les poles de même nom. Si l'on présente l'un à l'autre les pôles nord de deux *aimans*, ou bien leurs deux poles sud, ces deux *aimans* se repoussent mutuellement, s'éloignent l'un de l'autre, se fuient, et cela avec d'autant plus de force qu'ils sont plus prêts l'un de l'autre. Il arrive cependant quelquefois qu'en pareille circonstance ils s'attirent, savoir : lorsque, l'un des deux *aimans* étant beaucoup plus fort que l'autre, on les approche de trop près, ou qu'on les oblige de se toucher mutuellement.

On prétend que la cause de cette *Répulsion de l'aimant* est que la matière magnétique, qu'on dit sortir du pole nord d'un *aimant*, ne peut s'introduire dans le pole nord d'un autre *aimant* qu'on lui présente, sans doute à cause de la configuration des pores ; et qu'en conséquence cette matière, en sortant d'un des *aimans*, et s'appuyant contre l'autre, le repousse. (*Voyez* AIMANT, *seconde propriété*). Mais on ne pourra pas expliquer de la même manière la *Répulsion* des deux poles sud ; puisqu'on prétend que la matière magnétique ne fait qu'entrer par ces poles et n'en sort point.

RÉPULSION ÉLECTRIQUE. Action d'un corps actuellement électrisé, ou plutôt du fluide qui sort de ce corps, sur les corps légers qu'on lui présente à une certaine distance.

Lorsqu'un corps est actuellement électrisé, soit par frottement, soit par communication, et qu'on lui présente des corps légers, plusieurs de ces corps s'éloignent précipitamment du corps électrisé, ou s'ils s'en approchent d'abord, ils ne manquent guère de s'en éloigner l'instant d'après : c'est là ce qu'on appelle *Répulsion électrique*. Ce mouvement est causé par l'action d'un fluide subtil, que le corps électrisé lance de toutes parts, avec plus ou moins de vitesse, en forme de faisceaux des rayons divergens. (*Voyez* ELECTRICITÉ). C'est ce fluide que l'*abbé Nollet* a appelé *matière effluente*. (*Voyez* MATIÈRE EFFLUENTE).

Tous les corps indistinctement ne sont pas susceptibles d'être également repoussés par un corps actuellement électrique; parce que tous ne donnent pas une égale prise à cette matière effluente : et cette disposition plus ou moins grande à être repoussés par un corps électrique, ne dépend pas précisément de la nature des matières, mais bien plutôt d'un assemblage plus ou moins serré de leurs parties. De sorte qu'en général les matières dont le tissu est plus serré, celles qui sont le plus denses, sont plus vivement repoussées par un corps électrique, que ne le sont celles qui ont moins de densité, et dont le tissu est plus lâche et plus poreux. Ainsi de petites feuilles minces de métal, des fragmens de verre soufflé, et autres corps de cette espèce sont plus vivement repoussés, que de petits morceaux de taffetas, de papier, etc. Le même corps peut même devenir plus ou moins propre à cet effet, suivant son état actuel : ainsi le même ruban, s'il est seulement mouillé, ciré ou gommé, devient par cela même plus propre à obéir à l'action de la matière effluente, que s'il n'eût pas été ainsi préparé.

RÉSISTANCE. Obstacle qui s'oppose à un effort quelconque. L'obstacle que fait un corps à l'effort d'un autre qui le comprime ou le pousse, et qui tend à le mettre en mouvement, ou, s'il y est déjà, qui tend

à l'arrêter, est ce qu'on appelle *Résistance*. Dans les machines, on appelle *Résistance*, un ou plusieurs obstacles qui s'opposent au mouvement de la machine. Tel est, par exemple, un bloc de pierre que l'on enlève avec une grue, ou que l'on tire avec un cabestan.

RESISTANCE DES FLUIDES *ou* MILIEUX. Obstacle que les *Milieux* au travers desquels les corps se meuvent, opposent au mouvement de ces corps.

Les *Milieux* étant matériels, résistent, comme tous les autres corps, aux efforts qui tendent à les déplacer. Cette *Résistance* est proportionnelle à la masse qui doit être déplacée. La valeur de cette masse dépend, 1°. de la densité du *Milieu*, 2°. du volume qu'il en faut déplacer: Donc plus cette densité et ce volume sont grands, plus la *Résistance du milieu* est considérable. Mais ce volume, qui doit être déplacé, se mesure par la surface antérieure du corps qui se meut, et par l'espace que ce corps parcourt dans un temps donné. Donc plus la surface antérieure et la vîtesse de ce corps sont grandes, plus est grande la masse déplacée du *Milieu*.

Cette *Résistance des Milieux* croît aussi à mesure que la vîtesse du mobile augmente; et elle ne croît pas simplement comme la vîtesse, mais à-peu-près comme le quarré de la vîtesse. De sorte que si l'on suppose deux corps égaux *A* et *B*, qui se meuvent tous deux dans le même *Milieu*; et que *A* se meuve avec une vîtesse double de celle de *B*, *A* éprouvera une *Résistance* quadruple de celle qu'éprouvera *B*.

Voici les loix de la *Résistance des Milieux fluides* les plus généralement reçues. Un corps qui se meut dans un fluide, trouve de la *Résistance* par deux causes: la première est la cohésion des parties du fluide; car un corps qui, dans son mouvement, sépare les parties d'un liquide, doit vaincre la force avec laquelle ces parties sont cohérentes. (*Voyez* COHÉSION).

La seconde est l'inertie de la matière du fluide, qui oblige le corps d'employer une certaine force pour déranger les particules, afin qu'elles le laissent passer. (*Voyez* FORCE D'INERTIE).

Le retardement qui résulte de la première cause est

toujours le même dans le même espace, tant que ce corps demeure le même, quelle que soit sa vîtesse; ainsi la *Résistance* est comme l'espace parcouru dans le même temps, c'est-à-dire, comme la vîtesse.

La *Résistance* qui naît de la seconde cause, quand le même corps se meut avec la même vîtesse à travers différens fluides, suit la proportion de la matière qui doit être dérangée dans le même temps, c'est-à-dire, elle est comme la densité du fluide. (*Voyez* DENSITÉ).

Quand le même corps se meut à travers le même fluide, avec différentes vîtesses, cette résistance croît en proportion du nombre des particules frappées dans un temps égal, et ce nombre est comme l'espace parcouru pendant ce temps, c'est-à-dire, comme la vîtesse; mais de plus elle croît en proportion de la force avec laquelle le corps heurte contre chaque partie, et cette force est comme la vitesse du corps : par conséquent, si la vîtesse est triple, la *Résistance* est triple, à cause d'un nombre triple de partie que le corps doit écarter; elle est aussi triple à cause du choc trois fois plus fort dont elle frappe chaque particule : c'est pourquoi la *Résistance* totale est neuf fois aussi grande, c'est-à-dire, comme le quarré de la vîtesse; ainsi un corps qui se meut dans un fluide est retardé, partie en raison simple de la vîtesse, et partie en raison doublée de cette même vîtesse.

La *Résistance* qui vient de la cohésion des parties dans les fluides, excepté ceux qui sont glutineux, n'est guère sensible en comparaison de l'autre *Résistance*, qui est en raison des quarrés des vîtesses; plus la vîtesse est grande, plus les deux *Résistances* sont différentes : c'est pourquoi, dans les mouvemens rapides : il ne faut considérer que la *Résistance* qui est comme le quarré de la vîtesse.

Les retardations, qui naissent de la *Résistance*, peuvent être comparées avec celles qui naissent de la pesanteur, en comparant la *Résistance* avec la pesanteur.

La *Résistance* d'un cylindre qui se meut dans la direction de son axe, est égale à la pesanteur d'un cylindre de ce fluide, dans lequel le corps est mu, qui auroit

sa base égale à la base du corps, et sa hauteur égale à la hauteur d'où il faudroit qu'un corps tombât dans le vide, pour acquérir la vîtesse avec laquelle le cylindre se meut dans le fluide.

Un corps qui descend librement dans un fluide, est accéléré par la pesanteur relative du corps qui agit continuellement sur lui, quoiqu'avec moins de force que dans le vide. La *Résistance* du fluide occasionne un retardement, c'est-à-dire, une diminution d'accélération, et cette diminution est comme le quarré de la vîtesse du corps. De plus, il y a une certaine vîtesse qui est la plus grande qu'un corps puisse acquérir en tombant; car si la vîtesse est telle que la *Résistance* qui en résulte devienne égale à la pesanteur relative du corps, son mouvement cessera d'être accéléré. En effet, le mouvement qui est engendré continuellement par la gravité relative, sera détruit par la *Résistance*, et le corps sera forcé de se mouvoir uniformément. Un corps approche toujours de plus en plus de cette vîtesse qui est la plus grande qui soit possible, mais ne peut jamais y atteindre.

Quand les densités d'un corps fluide sont données, on peut connoître le poids respectif du corps; et en connoissant le diamètre du corps, on peut trouver de quelle hauteur un corps qui tombe dans le vide peut acquérir une vîtesse telle que la *Résistance* d'un fluide sera égale à ce poids respectif; ce sera cette vîtesse qui sera la plus grande dont nous venons de parler. Si le corps est une sphère, on sait qu'une sphère est égale à un cylindre de même diamètre, dont la hauteur est les deux tiers de ce diamètre; cette hauteur doit être augmentée dans la proportion dans laquelle le poids respectif du corps excède le poids du fluide, afin d'avoir la hauteur d'un cylindre du fluide dont le poids est égal au poids respectif du corps. Cette hauteur sera celle de laquelle un corps tombant dans le vide, acquiert une vîtesse telle qu'elle engendre une *Résistance* égale à ce poids respectif.

Un corps qui est plus léger qu'un fluide, et qui monte dans ce fluide par l'action de ce fluide, se meut exactement par les mêmes loix qu'un corps plus

pesant qui tomberoit dans ce fluide. Par-tout où vous placerez le corps, il est soutenu par ce fluide, et emporté avec une force égale à l'excès du poids d'une quantité du fluide de même volume que le corps sur le poids du corps. Cette force agit continuellement et d'une manière uniforme, sur le corps ; par-là, non-seulement l'action de la gravité du corps est détruite, mais le corps tend aussi à se mouvoir en en-haut par un mouvement uniformément accéléré, de la même façon qu'un corps plus pesant qu'un fluide, tend à descendre par sa gravité respective. Or l'uniformité d'accélération est détruite de la même manière par la *Résistance* dans l'ascension d'un corps plus léger que le fluide, comme elle est détruite par la descente d'un corps plus pesant.

Quand un corps spécifiquement plus pesant qu'un fluide y est jeté, il éprouve du retardement par deux raisons ; par rapport à la pesanteur du corps et par rapport à la *Résistance* du fluide : conséquemment un corps monte moins haut qu'il ne feroit dans le vide s'il avoit la même vîtesse. Mais les différences des hauteurs auxquelles un corps s'élève dans un fluide, d'avec celle à laquelle un corps s'éleveroit dans le vide avec la même vîtesse, sont entre elles en plus grand rapport que les hauteurs elles-mêmes ; et si les hauteurs sont petites, les différences sont à-peu-près comme les quarrés des hauteurs dans le vide.

La *Résistance* de l'air est la force avec laquelle le mouvement des corps, surtout des projectiles, est retardé par l'opposition de l'air ou athmosphère. (*Voyez* AIR *et* PROJECTILE).

L'air étant un fluide, est soumis aux règles générales de la *Résistance* des fluides; à l'exception seulement qu'il faut avoir égard aux différens degrés de densité dans les différentes régions de l'athmosphère. (*Voyez* ATHMOSPHÈRE).

Résistances différentes que le même milieu oppose à des corps de différentes figures. Newton fait voir que, si un globe ou un cylindre, de diamètres égaux, sont mus suivant la direction de l'axe du cylindre, avec une vîtesse égale, dans un milieu rare, composé de

particules égales, disposées à égales distances, la *Résistance* du globe sera moindre de moitié que celle du cylindre.

Solide de la moindre Résistance. Le même auteur détermine, d'après la dernière proposition, quelle doit être la figure d'un solide qui aura moins de *Résistance* qu'un autre de même base.

Voici quelle est cette figure. Supposez que $DNFG$ (*Pl. LXXVII*, *fig.* 57), soit une courbe telle que si d'un point quelconque N on laisse tomber la perpendiculaire NM sur l'axe AB, et que d'un point donné G on tire une ligne droite GR, parallèle à une tangente à la figure en N, qui étant continuée, coupe l'axe en R; MN est à GR, comme le cube de GR est à $4BR \times GB^3$. Un solide décrit par la révolution de cette figure autour de son axe AB, et qui se meut dans un milieu depuis A vers E, trouve moins de *Résistance* que tout autre solide circulaire de même base, etc.

Newton a donné ce théorême sans démonstration. Plusieurs géomètres ont résolu depuis ce même problême, et ont découvert l'analyse que l'inventeur avait tenu cachée. On en trouve une solution dans le *premier volume des Mém. de l'Acad. des Sciences de l'année* 1699. Elle est du marquis *de l'Hôpital*, et elle porte le caractère de simplicité et d'élégance qui est commun à tous les ouvrages de cet habile mathématicien. *Bernoulli*, *Fatio*, *Hermann* et plusieurs autres en ont aussi donné des solutions; et dans les *Mém. de l'Acad. de* 1733, *Bouguer* a résolu ce problême d'une manière fort générale, en ne supposant point que le solide qu'on cherche soit un solide de révolution, mais un solide quelconque. Voici l'énoncé du problême tel que *Bouguer* l'a résolu. Une base exposée au choc d'un fluide étant donnée, trouver l'espèce de solide dont il faut la couvrir, pour que l'impulsion soit la moindre qu'il est possible.

D'Alembert, dans son *Traité des Fluides*, dit que toutes les solutions qu'on a données de ce problême depuis *Newton* inclusivement, ne répondoient pas exactement à la question, si on excepte celles où la masse du solide est supposée donnée. Car il ne suffit pas de

de chercher et de trouver celui d'entre tous les solides qui ont le même axe et la même base avec le même sommet, sur lequel l'impulsion de l'eau est la moindre qu'il est possible; il faut de plus diviser cette impulsion par la masse entière, pour avoir l'effet qu'elle produit, et qui est proprement le *minimum* qu'on cherche.

Cependant les solutions que les auteurs déjà cités ont données du problème dont il s'agit, peuvent être regardées comme exactes, pourvu qu'on suppose que la *Résistance* du fluide soit continuellement contrebalancée par une force égale et contraire, en sorte que le solide se meuve uniformément. En ce cas il est inutile d'avoir égard à la masse du solide; et pourvu qu'on lui donne la figure qui est déterminée par la solution, ce solide ira plus vîte que tout autre qui seroit poussé par la même force. Par exemple, un vaisseau dont la proue auroit cette figure, étant poussé par un vent d'une certaine force déterminée, ira plus vîte que tout autre vaisseau dont la proue auroit une figure différente. Ainsi la solution du problème est exacte, quant à l'application qu'on veut en faire au mouvement des vaisseaux; mais elle ne le sera plus lorsqu'on supposera un solide entièrement plongé dans un fluide, et qui s'y mouvra d'un mouvement retardé en éprouvant toujours de la *Résistance*, sans qu'aucune force lui rende le mouvement qu'il perd à chaque instant.

La *Résistance* d'un globe parfaitement dur, et dans un milieu dont les particules le sont aussi, est à la force avec laquelle tout le mouvement qu'il a dans le temps qu'il a décrit l'espace de quatre tiers de son diamètre, peut être ou détruit ou engendré, comme la densité du milieu est à la densité du globe. *Newton* conclut aussi de là que la *Résistance* d'un globe est, toutes choses égales, en raison doublée de sa vîtesse; que cette même *Résistance* est, toutes choses égales, en raison doublée de son diamètre; ou bien, toutes choses égales, comme la densité du milieu. Enfin que la *Résistance* actuelle d'un globe est en raison composée de la raison doublée de sa vîtesse, de la raison

doublée du diamètre, et de la raison de la densité du milieu.

Dans ces propositions on suppose que le milieu n'est point continu; si le milieu est continu, comme l'eau, le mercure, etc. où le globe ne frappe pas immédiatement sur toutes les particules du fluide qui occasionne la *Résistance*, mais seulement sur celles qui en sont proches voisines, et celles-là sur d'autres etc., la *Résistance* sera moindre de moitié; et un globe placé dans un tel milieu, éprouve une *Résistance* qui est à la force avec laquelle tout le mouvement qu'il a après avoir décrit huit tiers de son diamètre, doit être engendré ou détruit, comme la densité du milieu est à la densité du globe.

La *Résistance* d'un cylindre qui se meut dans la direction de son axe, n'est point altérée par aucune augmentation ou diminution de sa longueur; et par conséquent elle est la même que celle d'un cercle du même diamètre, qui se meut avec la même vîtesse sur une ligne droite perpendiculaire à son plan. Si un cylindre se meut dans un fluide infini et sans élasticité, la *Résistance* résultante de la grandeur de sa section transverse est à la force avec laquelle tout son mouvement, tandis qu'il décrit quatre fois sa longueur, peut être engendré ou anéanti, comme la densité du milieu est à celle du cylindre, du moins à peu de chose près.

Ainsi les *Résistances* des cylindres qui se meuvent, suivant leur longueur, dans des milieux continus et infinis, sont en raison composée de la raison doublée de leurs diamètres, de la raison doublée de leurs vîtesses, et de la raison de la densité des milieux.

La *Résistance* d'un globe qui est mu dans un milieu infini et sans élasticité, est à la force par laquelle tout son mouvement peut être engendré ou détruit, tandis qu'il parcourt huit tiers de son diamètre, comme la densité du fluide est à la densité du globe, à très-peu près.

Jacques Bernoulli a démontré les théorêmes suivans.

Résistance d'un triangle. Si un triangle isocèle est mu

dans un fluide suivant la direction d'une ligne perpendiculaire à sa base, d'abord par sa pointe, ensuite par sa base; la *Résistance* dans le premier cas, sera à la *Résistance* dans le second cas, comme le quarré de la moitié de la base est au quarré d'un des côtés.

La *Résistance* d'un quarré mu suivant la direction de son côté, est à la *Résistance* de ce même quarré mu suivant la direction de sa diagonale, comme le côté est à la moitié de la diagonale.

La *Résistance* d'un demi-cercle qui se meut par sa base, est à sa *Résistance*, lorsqu'il se meut par son sommet, comme 3 à 2.

En général, les *Résistances* de quelque figure plane que ce soit qui se meut par sa base, ou par son sommet, sont comme l'aire de la base à la somme de tous les cubes des dy, divisé par le quarré de l'élément de la ligne courbe. dy est supposée les élémens des ordonnées parallèles à la base.

Toutes ces règles peuvent être utiles jusqu'à un certain point dans la coustruction des vaisseaux.

Telles sont les loix que l'on donne ordinairement dans la mécanique sur la *Résistance* des fluides au mouvement des corps. Cependant on doit regarder ces règles comme beaucoup plus mathématiques que physiques, et il y en a plusieurs auxquelles l'expérience n'est pas tout-à-fait conforme. En effet, rien n'est plus difficile que de donner sur ce sujet des règles précises et exactes; car non-seulement on ignore la figure des parties du fluide, et leur disposition par rapport au corps qui les frappe; on ignore encore jusqu'à quelle distance le corps agit sur le fluide, et quelle route les particules prennent, lorsqu'elles ont été mises en mouvement par ce corps. Tout ce que l'expérience nous apprend, c'est que les particules du fluide, après avoir été poussées, se reglissent ensuite derrière le corps, pour venir occuper l'espace qu'il laisse vide par-derrière.

Voici donc le meilleur plan qu'il paroisse qu'on puisse se proposer dans une recherche de la nature de celle-ci. On déterminera d'abord le mouvement qu'un corps solide doit communiquer à une infinité de petites boules,

dont on le supposera couvert. On peut faire voir ensuite que le mouvement perdu par ce corps dans un instant donné, sera le même, soit qu'il choque à-la-fois un certain nombre de couches de ces petites boules, soit qu'il ne les choque que successivement : que de plus, la *Résistance* seroit la même quand les particules du fluide auroient une figure toute autre que la figure sphérique, et seroient disposées de quelque manière que ce fût, pourvu que la masse totale de ces petits corps continus dans un espace donné, fût supposée la même que lorsqu'ils étoient de petites boules. Par-là on peut arriver à des formules assez générales sur la *Résistance*, dans lesquelles il n'entre que le rapport des densités du fluide, et du corps qui s'y meut.

La méthode générale de *Newton*, et de presque tous les autres auteurs, pour déterminer la *Résistance* qu'un fluide fait à un corps solide, consiste à supposer qu'au lieu que le corps vient frapper le fluide, ce soit au contraire le fluide qui frappe le corps, et à déterminer par ce moyen le rapport de l'action d'un fluide sur une surface courbe à son action sur une surface plane. La difficulté principale est d'évaluer exactement l'action d'un fluide contre un plan; aussi les plus grands géomètres ne sont-ils point d'accord là-dessus. Cette action vient en grande partie de l'accélération du fluide, qui, obligé de se détourner à la rencontre du plan, et de couler dans un canal plus étroit, doit nécessairement y couler plus vite, et, par ce moyen, presser le plan. Mais on ignore jusqu'à quelle distance le fluide peut s'accélérer des deux côtés du plan, et par conséquent la quantité exacte de la pression qu'il exerce. C'est là, ce me semble, le nœud principal de la question, et la cause du partage qu'il y a entre les géomètres sur la valeur absolue de la *Résistance*.

Lorsqu'un corps se meut dans un fluide élastique, il est bon de remarquer que ce corps agit non-seulement sur la couche du fluide qui lui est contiguë, mais encore sur plusieurs autres couches plus éloignées, jusqu'à une certaine distance, en sorte que le fluide se condense à la partie antérieure, et se dilate à la partie postérieure du corps. Le fluide se condense à la partie

antérieure suivant des lignes perpendiculaires à la surface du corps, et il se dilate de même à la partie postérieure suivant des lignes perpendiculaires à la surface postérieure du corps; de sorte que le fluide agit par la force élastique, non-seulement sur la surface antérieure du mobile, mais encore sur la surface postérieure.

Il faut cependant remarquer, que cette dernière action n'a lieu qu'autant que le fluide a une assez grande force élastique pour pouvoir remplir tout d'un coup l'espace que le corps laisse vide parderrière : autrement il ne faut avoir égard qu'à la *Résistance* que souffre la surface antérieure.

Ceux qui voudront approfondir davantage la matière dont il s'agit, pourront consulter le second livre des *Principes* de *Newton*, le traité *du Mouvement des Eaux* de *Mariotte*, où on trouve plusieurs expériences sur la *Résistance* des fluides; l'*Hydrodynamique* de *Daniel Bernoulli*, et plusieurs Mémoires du même auteur, imprimés dans le Recueil de l'Académie de Pétersbourg, etc. *Voyez aussi l'article* FLUIDE.

RESPECTIVE. (*Légèreté.*) (*Voyez* LÉGÈRETÉ RESPECTIVE).

RESPECTIVE. (*Pesanteur*) (*Voyez* PESANTEUR RESPECTIVE).

RESPECTIVE. (*Vitesse*) (*Voyez* VITESSE RESPECTIVE).

RESPIRATION. Acte par lequel la poitrine des hommes et des animaux, en se soulevant et s'abaissant alternativement, reçoit de l'air pour le chasser l'instant d'après; en reçoit de nouveau pour le chasser encore; et ainsi de suite, durant toute la vie de l'animal. La *Respiration* consiste donc en deux mouvemens opposés, dont l'un se nomme *Inspiration* (*Voyez* INSPIRATION); et l'autre *Expiration*. (*Voyez* EXPIRATION). Pendant l'*inspiration*, l'air entre dans les vésicules des poumons par la trachée-artère, et il en sort pendant l'*expiration*; mais il n'en sort pas tel qu'il y est entré. En y entrant, il est pourvu des qualités nécessaires pour entretenir la vie des animaux : lorsqu'il en sort, il n'a plus ces qualités; il n'est plus propre à être respiré de

nouveau; il est devenu un vrai fluide suffoquant ; parce qu'une des portions de cet air s'est décomposée dans les poumons , dans lesquels reste une de ses parties constituantes , et qui est absolument essentielle pour en faire de l'air respirable. (*Voyez* AIR PUR).

L'air pur est donc le seul fluide propre à l'entretien de la vie des animaux. En voici la raison. Il faut beaucoup de calorique pour l'entretien de la vie : l'air pur est le seul qui en puisse fournir; 1°. parce qu'il en contient beaucoup plus que les autres fluides élastiques; 2°. parce que sa base a une grande affinité avec le carbone et l'hydrogène , que n'ont pas les bases des autres gas. Or il se dégage du sang dans les poumons une certaine quantité d'hydrogène carboné. La base de l'air pur respiré se combine donc avec ces deux substances , l'hydrogène et le carbone. Une partie de cette base, en se combinant avec le carbone , forme , en abandonnant une partie de son calorique , du gas acide carbonique (*Voyez* GAS ACIDE CARBONIQUE) : ceci peut être regardé comme une vraie combustion du carbone. (*Voyez* COMBUSTION). Une autre partie de cette base de l'air pur se combine avec l'hydrogène , et forme de l'eau , en abandonnant tout son calorique. (*Voyez* EAU). Ce sont ces deux portions de calorique abandonné qui entretiennent la chaleur animale et la vie. Voici les preuves de tout cela.

On observe que le gas acide carbonique , formé pendant la respiration, n'égale qu'environ les quatre cinquièmes du volume de l'air pur consommé : donc une portion de cet air qui entre dans les poumons, n'en sort pas dans l'état élastique : c'est la base ou l'oxigène de cette portion , qui , en se combinant avec l'hydrogène , forme de l'eau. Cet hydrogène abandonne donc le carbone , qui en se combinant avec l'air pur , forme le gas acide carbonique expiré.

On sait que le sang , lorsqu'il passe dans les veines capillaires , prend une couleur livide et foncée. Cette couleur vient de ce qu'il s'y charge d'hydrogène carboné. Car si l'on met du sang artériel en contact avec du gas hydrogène, il absorbe ce fluide , et prend

la couleur livide et foncée du sang veineux, occasionnée sans doute par le carbone.

On sait aussi que, lorsque le sang traverse les poumons, il devient d'un beau rouge vermeil. Cela vient de ce qu'il s'y défait d'une partie de son hydrogène carboné : car, si l'on met du sang veineux en contact avec de l'air pur, il le convertit en partie en gas acide carbonique, et acquiert la couleur vermeille. Ces effets ont lieu, quoiqu'on interpose une vessie mince entre le sang et le gas. Cela peut donc avoir lieu de même dans les poumons au travers des vaisseaux sanguins.

Donc 1°. le sang artériel éprouve, dans les veines, ce changement de couleur, en se combinant avec une nouvelle quantité d'hydrogène carboné. 2°. Le sang veineux, en passant dans les poumons, reprend la couleur vermeille ; parce qu'il cède à l'air pur une portion de son hydrogène carboné. Et comme le gas hydrogène, retiré des matières animales, tient du carbone en dissolution (*Voyez* GAS HYDROGÈNE CARBONÉ), il en résulte que, pendant la *Respiration*, l'air pur se combine avec l'hydrogène carboné dégagé du sang, et forme du gas acide carbonique avec le carbone, et de l'eau avec l'hydrogène.

Nous venons de dire ci-dessus que la chaleur animale résulte du calorique abandonné, dans ces deux cas, par l'air pur. Ce qui le prouve bien, c'est, 1°. qu'il n'y a d'animaux chauds que ceux qui respirent l'air habituellement : 2°. que ceux dont les poumons sont plus considérables relativement à leur volume, ont aussi une plus haute température.

Dans l'acte de la *Respiration*, l'air pur remplit donc quatre fonctions. 1°. *Il fournit du calorique*, qui répare la perte de chaleur que nous éprouvons continuellement de la part de l'athmosphère et des corps environnans. 2°. *Il fournit de l'eau*, qui humecte le sang. 3°. *Il enlève du carbone*, dont l'abondance pourroit être nuisible. 4°. *Il procure au sang artériel la couleur vermeille*, en lui enlevant une partie de son hydrogène carboné.

Mais puisque dans la *Respiration* il se dégage, de l'air pur, une très-grande quantité de calorique, il pa-

roît que ce fluide seroit nuisible aux animaux qui le respireroient seul pendant un certain temps, en raréfiant trop leur sang, et en augmentant la rapidité de sa circulation ; ce qui pourroit leur donner une fièvre ardente, et occasionner une inflammation aux poumons. Nous ne pouvons donc trop admirer la bonté de l'Etre-Suprême qui a si bien su tempérer la trop grande activité de ce fluide essentiel à la vie, en le mêlant d'une grande quantité de gas azotique, pour former le fluide que nous respirons. (*Voyez* AIR).

RESSORT. Effort que font certains corps pour se rétablir dans leur état naturel, lorsqu'ils ont été contraints d'en sortir par une puissance qui les a comprimés ou tendus. Sitôt que cette puissance cesse d'agir, ces corps ne manquent pas de revenir à leur premier état. Cette faculté qu'ont les corps de se rétablir ainsi, est appelée *force élastique*, ou *élasticité*. (*Voyez* ELASTICITÉ).

On appelle aussi *Ressort*, le corps même qui a cette faculté. C'est dans ce sens qu'on dit : un *Ressort* d'acier, bander un *Ressort*, etc.

Bernoulli a démontré, dans son discours *sur les loix de la communication du mouvement*, que si un corps mu avec une certaine vîtesse peut fermer ou bander un *Ressort*, il pourra, avec une vîtesse double, fermer ou bander quatre *Ressorts* semblables et égaux chacun en force au premier ; neuf avec une vîtesse triple ; seize avec une vîtesse quadruple ; et ainsi de suite, selon les quarrés des vîtesses. On trouve dans les *Mémoires de l'Académie de* 1728, un écrit de *Camus*, où il entre dans un grand détail sur le mouvement d'un corps accéléré ou retardé par des *Ressorts*. On peut voir aussi plusieurs propositions curieuses sur les *Ressorts*, dans la pièce de *Jean Bernoulli* le fils, sur la lumière, qui a remporté le prix de l'Acad. des Sciences de Paris, 1736.

RESTITUTION. *Terme de Physique*. On entend par ce mot le rétablissement d'un corps élastique, qui, après avoir été pendant quelque tems dans un état de contraction, se remet ensuite dans son état naturel. Plusieurs Physiciens appellent l'action par laquelle il se

rétablit, *Mouvement de Restitution.* (*Voyez* ÉLASTICITÉ.)

RESULTANTE. (*Force*) (*Voyez* FORCE RÉSULTANTE.)

RETARDATRICE. (*Force*) (*Voyez* FORCE RETARDATRICE).

RETARDÉ. Nom que l'on donne, en astronomie, au mouvement propre d'une planète, qui se fait d'occident en orient, suivant l'ordre des signes, et qui, respectivement à la terre, paroît moindre qu'il n'est réellement. Ce mouvement a lieu, pour les planètes supérieures, après leur opposition au soleil; et pour les planètes inférieures, il a lieu après leur conjonction supérieure. (*Voyez* RETARDEMENT DES PLANÈTES.)

On appelle aussi *Retardée*, la planète elle-même, lorsqu'elle paroit se mouvoir plus lentement qu'elle ne se meut réellement; c'est-à dire, lorsque son mouvement apparent est moindre que son mouvement réel. (*Voyez* PLANÈTE RETARDÉE).

RETARDÉ. (*Mouvement*) (*Voyez* VITESSE RETARDÉE).

RETARDÉE. (*Vitesse*) (*Voyez* VITESSE RETARDÉE).

RETARDEMENT DES PLANETES. Mouvement propre des planètes, d'occident en orient, suivant l'ordre des signes, mais qui, respectivement à la terre, paroît moindre qu'il n'est réellement; et en conséquence la planète paroît avoir ralenti sa marche; c'est pourquoi on l'appelle *Retardée*. Cette apparence est occasionnée par le mouvement de la terre, combiné avec celui de la planète. Ce *Retardement* a lieu, pour les Planètes inférieures, Vénus et Mercure, après leur conjonction supérieure; et il a lieu pour les planètes supérieures, Mars, Jupiter et Saturne, après leur opposition au soleil. Soit *D E T G* (*Pl. LVI, fig.* 3.) l'orbite de la terre; *A B M C* l'orbite de Mars; le soleil en *S*. Lorsque la terre est en *T*, et Mars en *M*, dans son opposition au soleil, soit qu'il soit vu du soleil *S* ou de terre *T*, il est rapporté au point ♈ du ciel: mais comme la terre va plus vite dans son orbite que Mars dans la sienne, elle sera arrivée au point *G*, lorsque Mars ne sera encore qu'au point *V*: Mars, vu de la terre, sera donc rapporté au point *F*, moins avancé dans le Zodiaque que le point *H*, qui est celui où il seroit rapporté, s'il étoit vu du soleil *S*. C'est pourquoi ce mouvement

paroît moindre que celui que Mars a fait réellement : ce qui l'a fait nommer *Retardé*.

RETICULE RHOMBOIDE. Nom que l'on donne, en astronomie, à une des constellations de la partie australe du ciel, et qui est placée à côté de l'horloge, entre la Dorade et l'Hydre mâle. C'est une des 14 nouvelles constellations formées par l'*Abbé de la Caille*, d'après les observations qu'il a faites pendant son séjour au Cap de Bonne-Espérance. Il a donné une figure très-exacte de cette constellation dans les *Mémoires de l'Académie des sciences*, *année* 1752, *Pl.* 20. Elle est composée d'un *Réticule rhomboïde*, qui est un petit instrument astronomique.

Cette constellation est une de celles qui ne paroissent jamais sur notre horizon : les étoiles qui la composent, ont une déclinaison méridionale trop grande pour cela ; de sorte qu'elles ne se lèvent jamais à notre égard.

RETINE. Nom que l'on a donné à la troisième membrane commune du globe de l'*œil*. (*Voyez* ŒIL). Cette membrane *L L L* (*Pl. XLVI, fig.* 1.) tapisse la face interne de la *membrane de Ruysch*, et s'avance jusqu'au crystallin *c n c*, où elle se termine. Elle paroît n'être qu'une matière blanchâtre, et presque transparente, à-peu-près semblable à celle du pain à chanter mouillé ; mais étant lavée dans l'eau, elle fait voir une toile très-fine, avec ses vaisseaux. Elle est formée par l'épanouissement du *Nerf optique N* (*Voyez* NERF OPTIQUE) ; et le plus grand nombre des physiciens la regardent comme l'organe immédiat de la vision ; en effet, c'est sur elle que les images des objets visibles viennent se peindre.

Cependant *Mariotte* (*Œuvres de Mariotte*, *pag.* 495. *Nouvelle découverte touchant la vue.*) pense que l'organe immédiat de la vision est la *choroïde*. (*Voyez* CHOROIDE). Il se fonde sur ces deux raisons : la première que la *Rétine*, étant transparente, ne reçoit que très-peu les impressions de la lumière, à la manière des corps diaphanes ; tandis qu'au contraire l'opacité de la *choroïde* la rend propre à être sensible à ces impressions : la seconde est qu'ayant fait tomber l'image d'un objet sur la *Rétine*, dans un endroit au-dessous

duquel la *choroïde* manque, savoir dans l'endroit où le *nerf optique* entre dans le globe de l'œil, et s'épanouit pour former la *Rétine;* ayant fait, dis-je, tomber l'image de cet objet dans cet endroit, la vision n'a pas eu lieu : d'où il conclut que la *Rétine* n'est pas l'organe immédiat de la vision, mais plutôt la *choroïde. Pecquet* et *Perrault* ont répondu à ces objections, et en ont fait de nouvelles à *Mariotte*, auxquelles il a lui-même répondu. On peut voir cette fameuse dispute, très-bien détaillée, dans les *Œuvres de Mariotte*, à l'endroit que nous avons cité ci-dessus.

Mais ne pourroit-on pas accorder ces grands hommes, en disant que la *Rétine* et la *choroïde* sont ensemble l'organe immédiat de la vision? La *Rétine* est un peu transparente : la *choroïde* est opaque : mais un corps transparent, doublé par un corps opaque, forme un miroir capable de recevoir les images des objets qui viennent s'y peindre. Au contraire un corps transparent seul laisse passer une grande partie des rayons de lumière qui partent de l'objet, et par-là n'en représente point l'image : de même un corps opaque seul, arrête bien ces rayons de lumière, mais ne les réfléchit pas avec assez de régularité pour rendre une image nette. D'où nous pouvons conclure que la *Rétine* sans la *choroïde*, ni la *choroïde* sans la *Rétine*, ne sauroient opérer la vision.

RETROGRADATION. Action par laquelle un corps se meut en arrière, par laquelle il rétrograde.

RETROGRADATION DES PLANÈTES. Mouvement apparent des planètes, d'orient en occident et contre l'ordre des signes. En observant le mouvement propre des planètes sur leur orbite, on a remarqué, dès le temps d'Hipparque, qu'après avoir paru se mouvoir d'occident en orient, suivant l'ordre des signes, elles paroissent s'arrêter quelque tems, et ensuite rétrograder, paroissant alors se mouvoir d'orient en occident contre l'ordre des signes. C'est ce mouvement, contraire à leur mouvement propre, que l'on appelle *Rétrogradation.*

Les *Rétrogradations* des planètes supérieures, Saturne, Jupiter et Mars, ont lieu lorsqu'elles sont en opposition avec le Soleil : et celles des planètes inférieures, Vénus

et Mercure, ont lieu vers leurs conjonctions inférieures. Soit *D E T G* (*Pl. LVI, fig.* 3.) l'orbite de la terre, *A B M C* l'orbite de Mars, ou d'une des autres planètes supérieures; le soleil en *S*: lorsque la terre est en *T* et Mars en *M*, Mars est en opposition avec le soleil; et il est rapporté au point *O* du ciel, soit qu'il soit vu du soleil *S*, soit qu'il soit vu de la terre *T*. Les deux planètes continuant d'avancer dans leurs orbites, et la terre allant plus vîte que Mars, la terre se trouve en *t*, lorsque Mars n'est encore qu'en *m*: alors Mars, vu du soleil *s*, seroit rapporté au point *P* du ciel, plus avancé dans le Zodiaque que le point *O*; mais, vu de la terre *t*, il est apperçu dans la direction *t m R*, et rapporté au point *R*, moins avancé que le point *O*: il paroît donc avoir *rétrogradé*; et s'être mu d'orient en occident, contre l'ordre des signes. C'est ce mouvement apparent que l'on appelle *Rétrogradation*. Mais si, la terre étant en *T*, Mars se trouve en *A*, continuant de se mouvoir de *A* vers *B*, et la terre de *T* vers *G*, Mars paroit aller comme il va réellement d'occident en orient, suivant l'ordre des signes.

Supposons maintenant, pour les planètes inférieures, que *A B M C* est l'orbite de la terre; *D E T G* l'orbite de Vénus ou de Mercure; le Soleil en *S*. Lorsque la terre est en *M* et que Vénus se trouve en *D* dans sa conjonction supérieure, elle paroît aller, comme elle va réellement, d'occident en orient, c'est-à-dire, de *D* vers *E*, et en prenant les points du ciel qui y répondent, respectivement à la terre, de *N* vers *K*. Mais si, la terre étant en *M*, Vénus se trouve en *L* vers sa conjonction inférieure, vue de la terre *M*, elle paroîtra aller contre l'ordre des signes, c'est-à-dire de *K* en *N*; parce qu'elle va de *L* vers *T* et *G* plus vîte que la terre ne va de *M* vers *C*: de sorte qu'elle sera arrivée en *G*, lorsque la terre ne sera encore qu'en *V*; et alors, vue de la terre *V*, elle sera rapportée au point *N* du ciel, où elle paroissoit quelque tems auparavant. Ainsi Vénus sera *rétrograde*, en apparence, dans sa conjonction inférieure: car quoiqu'elle aille alors du même sens que lorsqu'elle étoit en *D*, elle va, par rapport à la terre, en sens contraire: elle avançoit de *N* vers *K*,

dans le premier cas; et dans le second, elle semble retourner de *K* vers *N*, contre l'ordre des signes.

Herschell *rétrograde* pendant environ 151 jours; Saturne pendant environ 136; Jupiter pendant environ 119; Mars pendant environ 75; Vénus pendant environ 42; et Mercure pendant environ 22 jours. L'arc de *Rétrogradation* est d'environ $3\frac{2}{3}$ degrés pour Herschell; d'environ 7 degrés pour Saturne; d'environ 10 degrés pour Jupiter; d'environ 12 degrés pour Mars; d'environ 16 degrés pour Vénus; et d'environ 11 degrés pour Mercure. D'où il suit que les planètes les plus éloignées demeurent plus long-tems *rétrogrades*, quoique dans leurs *Rétrogradations* elles parcourent des arcs d'un moindre nombre de degrés.

Ces *Rétrogradations* ont lieu à chaque révolution synodique, c'est-à-dire, dans l'intervalle qu'il y a entre une conjonction de la planète au soleil et la conjonction suivante. Ce n'est pas à la durée de la révolution proprement dite, et au mouvement de la planète que ces inégalités sont dues : c'est plutôt à la différence des mouvemens de la planète et de la terre, c'est à ses retours au soleil, ou à la ligne des syzigies.

Pour expliquer ces inégalités dans le systéme de *Ptolémée*, il falloit faire mouvoir chaque planète dans un épicycle, par un mouvement qui dépendoit de la longueur de l'année, et qui étoit différent pour chaque planète. (*Voyez* EPICYCLE). Toute cette complication de mouvemens a heureusement disparu dans le systéme de *Copernic*, qui en a débarrassé l'astronomie, en supposant le soleil au centre du monde, et attribuant à la terre un mouvement de rotation sur son axe, et un autre autour du soleil.

RETROGRADE. Epithète que l'on donne à ce qui va ou paroît aller en arrière ou en un sens contraire à sa direction naturelle.

Si l'œil et l'objet se meuvent tous deux du même sens, mais que l'œil parcoure plus d'espace que l'objet, il semblera que l'objet soit *Rétrograde*, c'est-à-dire, qu'il aille en arrière, ou dans un sens contraire à la direction qu'il suit en effet. La raison de cela est que, quand l'œil se meut sans s'appercevoir de son mouvement, comme on le suppose

ici, il transporte son mouvement aux objets, mais en sens contraire; car comme il s'éloigne des objets sans s'en appercevoir, il juge que ce sont les objets qui s'éloignent de lui ; ainsi quand un objet se meut dans le même sens que l'œil, le mouvement apparent de cet objet est composé de son mouvement réel dans le même sens que l'œil, et d'un mouvement en sens contraire égal à celui de l'œil; si donc, comme on le suppose ici, ce dernier mouvement est plus grand que l'autre, il doit l'emporter, et l'objet doit paroître rétrograder. C'est pour cela que les planètes, en quelques endroits de leurs orbites, paroissent rétrogrades. (*Voyez* PLANÈTE).

RÉTROGRADE. Nom que l'on donne en astronomie, au mouvement propre des planètes, qui se fait, en apparence, d'orient en occident, et contre l'ordre des signes. Ce mouvement a lieu, pour les planètes supérieures, dans leur opposition au soleil : et pour les planètes inférieures, il a lieu dans leur conjonction inférieure. (*Voyez* RÉTROGRADATION).

On appelle aussi *Rétrograde*, la planète elle-même, lorsque, par son mouvement propre, elle paroît se mouvoir d'orient en occident et contre l'ordre des signes. (*Voyez* PLANÈTE RÉTROGRADE).

REVERBERATION. *Terme de Physique.* Action d'un corps qui en repousse ou en réfléchit un autre, après en avoir été frappé. C'est la même chose que *Réflexion.* (*Voyez* RÉFLEXION).

Dans les fournaises des faiseurs de verre, la flamme est réverbérée, ou se réfléchit sur elle-même de façon qu'elle mine toute la matière d'alentour. Les échos viennent de la *Réverbération* du son produite par des obstacles qui le renvoient. (*Voyez* ECHO).

Dans l'usage ordinaire, le mot *Réverbération* s'applique principalement à la réflexion de la lumière et de la chaleur. Ainsi on dit d'une cheminée qui renvoie beaucoup de chaleur, que la *Réverbération* y est très-grande, et d'un corps qui ne reçoit pas directement les rayons du soleil, qu'il les reçoit par *Réverbération*, etc. (*Voy.* RÉFLEXION).

REVOLUTION. C'est la courbe que parcourt un corps qui tourne autour d'un point ou d'une ligne. Telle

est la courbe que décrit une pierre qu'on fait tourner avec une fronde. Lorsqu'elle a fait un tour entier, elle a fait une *Révolution*. Telle est encore la courbe que parcourt un demi-cercle qui tourne sur son diamètre. Par sa *Révolution* il engendre une sphère.

REVOLUTION DES PLANÈTES. On appelle ainsi le temps que les *Planètes* emploient à faire le tour du ciel, pendant lequel temps elles parcourent une courbe dont l'étendue est proportionnelle au degré d'éloignement de la *Planète* à l'astre autour duquel elle fait sa *Révolution*.

Les *Révolutions des Planètes* peuvent être considérées relativement à leur astre central, ou relativement à la terre. Dans le premier cas, elles s'appellent *Révolutions périodiques* : c'est le temps que les *Planètes* emploient à tourner autour de leur astre central, respectivement à un point fixe dans le ciel, ou respectivement aux points équinoxiaux. (*Voyez* PLANÈTE). Dans le second cas, elles s'appellent *Révolutions synodiques* : c'est le temps que les *Planètes*, vues de la terre, emploient à retourner au soleil ; c'est-à-dire, le temps qui s'écoule entre une conjonction moyenne et la suivante. Ce temps est bien différent de celui des *Révolutions périodiques*. Mercure emploie, à faire sa *Révolution synodique*, environ 116 jours : Vénus y emploie un an et environ 219 jours; Mars, 2 ans et environ 59 jours : Jupiter un an et environ 34 jours : Saturne un an et environ 13 jours : et Herschell un an et environ 5 jours. La Lune emploie, à faire sa *Révolution synodique moyenne*, 29 jours 12 heures 44 minutes 3 secondes 20 tierces. Voici maintenant la durée des *Révolutions périodiques*. Celle de Mercure est d'environ 88 jours : celle de Vénus d'environ 224 jours; celle de Mars d'un an et environ 321 jours : celle de Jupiter de 11 ans et environ 313 jours : celle de Saturne de 29 ans et environ 154 jours : celle d'Herschell de 83 ans et environ 130 jours : et celle de la Lune de 27 jours et environ 8 heures. (*Voyez* PLANÈTE).

RHOMBE. C'est un quadrilatère ou une figure terminée par quatre côtés, dont tous les côtés sont égaux, et non pas les angles, n'y ayant que les angles opposés qui soient égaux. Telle est la figure *I K L M* (*Planche*

première, *fig.* 20.) dont les quatre côtés *I K*, *K L*, *L M*, et *M I* sont égaux, et dont les deux angles opposés *I* et *L* seulement, aussi bien que les deux autres angles opposés *K* et *M* sont égaux. On a l'aire de cette figure, en multipliant l'un de ses côtés *M L* par une perpendiculaire *K N* abaissée de l'un de ses angles *K* sur le même côté *L M*. Dans cette figure, aucun des quatres angles n'est droit.

RHOMBOÏDE. C'est un quadrilatère ou une figure terminée par quatre côtés, qui a seulement les angles opposés et les côtés opposés égaux. Telle est la figure *O P Q R* (*Pl. I*, *fig.* 17), dont les deux angles opposés *O* et *Q* seulement, ainsi que les deux autres angles opposés *P* et *R* sont égaux, et dont les deux côtés opposés *O P* et *R Q*, aussi bien que les deux autres côtés opposés *O R* et *P Q* sont aussi égaux. On a l'aire du *Rhomboïde*, en multipliant l'un de ses côtés *R Q* par une perpendiculaire *P S* abaissée de l'un de ses angles *P* sur le même côté *R Q*. Dans cette figure, aucun des quatre angles n'est droit.

RHOMBOÏDE. (*Réticule*) (*Voyez* RÉTICULE RHOMBOÏDE).

RHOMBOÏDE. Nom que l'on donne, en astronomie, à une des 11 nouvelles constellations qu'*Augustin Royer* a ajoutées aux anciennes, et sous lesquelles il a rangé les étoiles qui étoient demeurées informes. (*Voyez l'Astronomie de la Lande*, *pag.* 188).

RICOCHET. Espèce de mouvement par sauts que fait un corps jeté obliquement sur la surface de l'eau.

On dit qu'un corps fait des *Ricochets*, lorsqu'ayant été jeté obliquement sur la surface de l'eau, il se réfléchit au lieu de la pénétrer, et y retombe ensuite pour se réfléchir de nouveau.

La cause du *Ricochet* est la résistance de l'eau. Si l'on lance très-obliquement un corps à la surface de l'eau, et avec assez de vîtesse, ce fluide lui résiste assez de temps pour l'empêcher d'y entrer, et l'obliger à se réfléchir, et à continuer son mouvement dans l'air. La direction que lui donne son mouvement réfléchi, jointe à sa pesanteur, lui fait décrire une courbe à-peu-près parabolique :

parabolique : de sorte qu'il arrive une seconde fois à la surface de l'eau ; et, s'il a conservé assez de vitesse, il fait un second *Ricochet*, qui peut être suivi d'un troisième, d'un quatrième, etc. et cela tant qu'il conserve assez de vitesse, pour que sa pesanteur ne puisse pas l'obliger à se plonger dans l'eau. Il m'est arrivé quelquefois de lancer un corps assez obliquement et avec assez de vitesse, pour qu'il fît 15 à 18 *Ricochets* de suite.

RIVIERE. Masse d'eau plus ou moins considérable, qui court dans un lit d'une certaine largeur et d'une certaine profondeur. Les pluies forment les fontaines : les fontaines forment les ruisseaux : et les ruisseaux forment les *Rivières*. Si elles sont grossies jusqu'à un certain point, surtout si elles conservent leur nom jusqu'à la mer, elles se nomment *Fleuves*. (*Voyez* FLEUVE).

ROBERVAL. (*Balance de*) (*Voyez* BALANCE DE ROBERVAL).

ROBINET. Instrument par le moyen duquel on peut ouvrir ou fermer à volonté des tuyaux ou autres conduites d'air, d'eau, etc. C'est une boite *ss* (*Pl. XXIV*, *fig.* 6.) ordinairement de métal, dans laquelle se place un bouchon *V* (*fig.* 7.) un peu conique, percé d'un trou *c* transversal, lequel bouchon s'appelle la *clef du robinet*. On y joint ordinairement une poignée *v u*, ou telle autre pièce que l'on juge convenable pour le faire tourner à volonté.

On fait usage de *Robinets* dans la machine pneumatique, et il vaut mieux les y employer que des soupapes, qui sont promptement hors de service. (*Voyez* MACHINE PNEUMATIQUE *et* SOUPAPE). On en fait usage aussi dans les fontaines, les tuyaux de conduite, etc. Il est essentiel que les ouvertures des *Robinets* soient proportionnées au diamètre des tuyaux de conduite, en sorte qu'il passe par le trou *c* de la clef *V* presqu'autant d'eau que par l'ouverture du tuyau. Lorsque les *Robinets* sont placés près du bassin, ils doivent avoir pour ouverture au moins les trois quarts du diamètre du tuyau de conduite ; il vaudroit même mieux qu'ils eussent une ouverture égale à celle du tuyau. Lorsque les *Robinets* sont éloignés du bassin, ils peuvent

avoir un tiers de moins d'ouverture que le tuyau de conduite.

ROI. (*Pied de*) (*Voyez* PIED DE ROI).

ROMAINE. (*Balance*) (*Voyez* BALANCE ROMAINE).

RONDE. (*Fenêtre*) (*Voyez* FENÊTRE RONDE).

RONDEUR *ou* ROTONDITÉ. C'est la même chose que *Sphéricité*. (*Voy.* SPHÉRICITÉ).

ROSE DE VENT. Morceau de corne ou de carton (*Pl. LXV*, *fig.* 4.) coupé circulairement, divisé en 32 parties, pour représenter les 32 airs ou rumbs de vent, et dont la circonférence est divisée en 360 degrés. Dans les boussoles à cadran, la *Rose de vent* est collée au fond de la boîte; et l'on suspend au-dessus une aiguille aimantée, sur un pivot placé au centre de la *Rose*. (*Voy.* BOUSSOLE A CADRAN). Dans les boussoles de mer (*fig.* 5), on attache une aiguille aimantée sous la *Rose de vent*, et l'on suspend le tout sur un pivot, qui s'élève du fond de la boîte. (*Voyez* BOUSSOLE).

On écrit sur la *Rose de vent* les lettres initiales des noms des 32 airs ou rumbs de vent, un à chacune des 32 divisions, de la manière suivante, en commençant par le nord.

1.	N.	c'est-à-dire Nord.
2.	*n* ¼ *ne*	Nord quart nord-est.
3.	*nne*	Nord-nord-est.
4.	*ne* ¼ *n*	Nord-est quart nord.
5.	NE	Nord-est.
6.	*ne* ¼ *e*	Nord-est quart d'est.
7.	*ene*	Est-nord-est.
8.	*e* ¼ *ne*	Est quart nord-est.
9.	E	Est.
10.	*e* ¼ *se*	Est quart sud-est.
11.	*ese*	Est-sud-est.
12.	*se* ¼ *e*	Sud-est quart d'est.
13.	SE	Sud-est.
14.	*se* ¼ *s*	Sud-est quart sud.
15.	*sse*	Sud-sud-est.
16.	*s* ¼ *se*	Sud quart sud-est.
17.	S	Sud.
18.	*s* ¼ *so*	Sud quart sud-ouest.
19.	*sso*	Sud-sud-ouest.

20. *s o* $\frac{1}{4}$ *s.* c'est-à-dire Sud-ouest quart sud.
21. S O. . . . . Sud-ouest.
22. *s o* $\frac{1}{4}$ *o.* . . . . . Sud-ouest quart d'ouest.
23. *o s o.* . . . . . Ouest-sud-ouest.
24. *o* $\frac{1}{4}$ *s o.* . . . . . Ouest quart sud-ouest.
25. O. . . . . Ouest.
26. *o* $\frac{1}{4}$ *n o.* . . . . . Ouest quart nord-ouest.
27. *o n o.* . . . . . Ouest-nord-ouest.
28. *n o* $\frac{1}{4}$ *o.* . . . . . Nord-ouest quart d'O.
29. N O . . . . . Nord-ouest.
30. *n o* $\frac{1}{4}$ *n.* . . . . . Nord-ouest quart N.
31. *n n o.* . . . . . Nord-nord-ouest.
32. *n* $\frac{1}{4}$ *n o.* . . . . . Nord quart nord-ouest.

Sur la Méditerranée, on donne d'autres noms à ces rumbs de vent. Voici ces noms, en suivant les mêmes numéros.

1. *Tramontane.*
2. Quarte de Tramontane au Grec.
3. Grec et Tramontane.
4. Quarte du grec à Tramontane.
5. *Grec.*
6. Quarte du Grec au Levant.
7. Grec et Levant.
8. Quarte du Levant au Grec.
9. *Levant.*
10. Quarte du Levant à l'Isseroc.
11. Levant et Isseroc.
12. Quarte de l'Isseroc au Levant.
13. *Isseroc.*
14. Quarte de l'Isseroc au Mi-jour.
15. Mi-jour et Isseroc.
16. Quarte du Mi-jour à l'Isseroc.
17. *Mi-jour.*
18. Quarte du Mi-jour au Labech.
19. Mi-jour et Labech.
20. Quarte du Labech au Ponant.
21. *Labech.*
22. Quarte du Labech au Ponant.
23. Ponant et Labech.

24. Quarte du Ponant au Labech.
25. *Ponant.*
26. Quarte du Ponant au Meistre.
27. Ponant et Meistre.
28. Quarte du Meistre au Ponant.
29. *Meistre.*
30. Quarte du Meistre à Tramontane.
31. Meistre et Tramontane.
32. Quarte de Tramontane au Meistre.

ROSÉE. *Météore aqueux.* On appelle ainsi les petites gouttes d'eau qu'on remarque le matin, vers le lever du soleil, sur les plantes, sur les toits des maisons, et sur tous les corps qui sont exposés à l'air, et qui ne sont pas susceptibles de se laisser pénétrer par l'eau. Ces petites gouttes d'eau sont produites en partie par la chûte des vapeurs qui formoient le serein (*Voyez* SEREIN), et qui se ramassent en gouttes sur les plantes et autres corps qui sont à la surface de la terre. Car, lorsque la terre s'échauffe suffisamment pendant le jour, ce qui arrive ordinairement dans les saisons et les climats chauds, ces vapeurs continuent pendant toute la nuit de s'élever de la terre, et demeurent suspendues dans la région basse de l'air, ne pouvant s'élever qu'à une petite hauteur, à cause de l'air froid qui les condense; mais, au lever du soleil, la chaleur renait dans l'athmosphère, et l'air, en se dilatant, abandonne à leur propre poids ces vapeurs, qui retombent alors sur la terre et sur les corps qui sont à sa surface, s'y ramassent en gouttes, et forment ce que nous appelons la *Rosée.*

Il y a une autre sorte de *Rosée*, qui ne retombe pas, comme la première, car elle ne passe pas dans l'air; mais les vapeurs qui la forment, au lieu de sortir immédiatement de la terre, enfilent les tiges, les branches et les feuilles des plantes, et s'y ramassent en gouttes. Il est fort aisé de se convaincre de la vérité de ce que j'avance: l'expérience qu'il faut faire pour cela est bien simple. Que l'on couvre le soir une plante quelconque, comme un choux ou une laitue, avec une

cloche de verre ou autrement, on la trouvera le matin couverte de *Rosée*, comme le seront les plantes voisines, qui seront demeurées découvertes; et la cloche de verre avec laquelle on aura couvert son chou ou sa laitue, sera elle-même couverte de la *Rosée* tombante.

La *Rosée* n'est pas composée uniquement de parties aqueuses; elle contient aussi des extraits des différentes substances, soit minérales, soit végétales : la preuve de cela, c'est qu'elle se corrompt et qu'elle dépose, lorsqu'on la conserve dans des bouteilles. Ces différentes substances mêlées à la *Rosée*; doivent varier et varient en effet, soit pour la qualité, soit pour la quantité, suivant les temps et les lieux, suivant les degrés de chaleur plus ou moins grands, et selon les minéraux et les plantes, desquels elles sont extraites. D'où nous devons présumer que la *Rosée* peut avoir des qualités bonnes ou mauvaises, selon la nature et la quantité des différens principes dont elle est chargée; et comme ces principes varient, suivant les substances dont ils sont extraits; que ces substances ne sont pas les mêmes dans tous les lieux; et qu'il y en a une quantité plus ou moins grande d'enlevée, suivant les degrés de chaleur plus ou moins grands qui règnent dans l'athmosphère en différens temps; la *Rosée* doit changer de qualité, suivant les temps et les lieux : et les effets dont elle sera capable en telle saison ou en tel climat, n'auront pas lieu dans d'autres climats ou dans d'autres temps. Aussi plusieurs auteurs ont-ils dit, avec beaucoup de vraisemblance, que la *Rosée* peut nuire quelquefois aux animaux que l'on mène paître de trop grand matin. Elle peut pareillement être nuisible aux fruits de la terre, comme elle peut quelquefois leur être profitable.

Non-seulement la *Rosée* n'est pas uniquement composée de parties aqueuses; mais il arrive quelquefois que, dans celle qui transsude des plantes et des arbres, la partie aqueuse est beaucoup moins abondante que les autres substances qui y sont mêlées : alors cela forme un suc qui s'épaissit à mesure que l'humidité s'évapore : telles sont quelques espèces de gommes, comme celles qu'on trouve sur les pêchers, les abri-

cotiers, les pruniers, etc. et quelques espèces de mannes qui sont en usage en Médecine.

Gersten (Christ. Lud. Gersten, Tentam. Francof. 1733), *Musschenbroëck (Essais de Phys., pag.* 753.), et *Dufay (Mémoires de l'Académie des Sciences, année* 1736, *pag.* 352), ont fait une grande quantité d'expériences ingénieuses et d'observations nouvelles et curieuses, touchant la *Rosée*. C'est dans leurs ouvrages mêmes, que je viens de citer, qu'il en faut voir le détail. De tous les faits qui y sont rapportés, le plus singulier, c'est que la *Rosée* semble éviter certains corps, tandis qu'elle s'attache facilement à d'autres. Elle s'attache, par exemple, sur le verre et la porcelaine plus abondamment que sur tous les autres corps, et il ne s'en trouve jamais sur les métaux polis. *Dufay*, pour s'assurer si cette différence étoit toujours la même et dans toutes les circonstances, entre les matières vitrifiées et les métaux, outre plusieurs autres expériences très-ingénieuses, fit celle-ci. Il plaça dehors, pendant la nuit, une soucoupe de porcelaine au milieu d'un plat d'argent; et immédiatement à côté un vaisseau d'argent, assez semblable à la soucoupe, sur un plat de porcelaine : la soucoupe de porcelaine, posée sur le plat d'argent, fut toute couverte de *Rosée*, sans que le plat qui la débordoit de quatre pouces tout autour, en eût une seule goutte; et le plat de porcelaine en reçut à l'ordinaire, tandis que le vaisseau d'argent qui étoit au milieu, étoit aussi sec que lorsqu'il avoit été exposé. Cette expérience et d'autres à-peu-près semblables, tendant à prouver le même fait, ayant été répétées plusieurs fois, ont toujours eu le même succès.

La *Rosée* se dissipe de deux manières : ou elle rentre dans la terre et dans les corps poreux qui sont à sa surface, et qui se trouvent avoir plus de dispositions à l'absorber que l'air de l'athmosphère; ou elle s'élève de nouveau dans l'air; soit que, par quelques nouvelles circonstances, il devienne plus propre à s'en charger, soit qu'un vent doux y transporte un air plus sec que celui sous lequel elle étoit.

Si la *Rosée* trouve la surface de la terre assez refroidie

pour la réduire en glaçons, elle forme la *gelée blanche.* (*Voyez* GELÉE BLANCHE).

Lorsque la *Rosée* est abondante, et qu'elle passe de nouveau dans l'air en assez grande quantité, sur-tout si elle ne s'élève pas à une grande hauteur, elle trouble la transparence de la région basse de l'athmosphère, et y produit ce que nous appelons du *Brouillard.* (*Voyez* BROUILLARD).

ROTATION. Mouvement par lequel un corps tourne sur son axe. Toutes les fois qu'un corps a un mouvement de *Rotation*, toutes ses parties prennent une force centrifuge, qui les feroit éloigner du centre de leur *Rotation*, si elles étoient libres de lui obéir, si elles n'avoient pas entr'elles une adhérence capable de contrebalancer l'effort de cette force centrifuge. Le soleil et les planètes ont un mouvement de *Rotation.* (*Voyez* ROTATION DES PLANÈTES).

ROTATION. (*Centre de*) (*Voyez* CENTRE DE ROTATION).

ROTATION. (*Centre spontanée de*) (*Voyez* CENTRE SPONTANÉE DE ROTATION).

ROTATION DES PLANÈTES. Mouvement par lequel le soleil et les planètes tournent sur leur axe d'occident en orient. Les observations ont prouvé d'une manière incontestable que le Soleil, Vénus, la Terre, la Lune, Mars et Jupiter tournent sur leur axe d'occident en orient; mais, comme ce sont les taches qu'on a observées sur la surface du soleil et des planètes, qui, en changeant de situation, ont fait connoître ce mouvement de *Rotation*, ainsi que sa durée, il ne s'est rien trouvé qui ait donné lieu de déterminer ce mouvement ni dans Mercure, ni dans Saturne, ni dans Herschell, parce que le premier est si près du soleil et si fortement illuminé, et les deux autres, au contraire, à cause de leur grand éloignement du soleil, sont si peu éclairés, que leurs taches, s'ils en ont, échappent aux observateurs, ou ne se montrent point assez pour les mettre en état de vérifier leur mouvement de *Rotation.* On peut cependant conclure, par analogie, qu'ils en ont un, comme les autres planètes.

Tous ces astres emploient des tems différens à achever leur mouvement de *Rotation*, comme on le peut voir par la table suivante.

Table de la durée de la rotation du soleil et des planètes sur leur axe.

Noms des Planètes.	*Durée des Rotations.*			
	Jours.	Heur.	Min.	
Le Soleil.	25	14	8	
Mercure.	inconnue.			
Vénus		23	20	Sec.
La Terre		23	56	4
La Lune.	27	7	43	5
Mars.		24	40	
Jupiter.		9	56	
Saturne	inconnue.			
Herschell	inconnue.			

Il est vraisemblable que les satellites de Jupiter et de Saturne ont aussi un mouvement de *Rotation* sur leur axe, comme en a un la lune, qui est le satellite de la terre. Mais on ne peut le regarder que comme très-vraisemblable; car on n'a pu jusqu'à présent s'en assurer, et encore moins en déterminer la durée. (*Voyez* SOLEIL *et* PLANÈTE).

ROTONDITÉ *ou* RONDEUR. C'est la même chose que *Sphéricité*. (*Voyez* SPHÉRICITÉ).

ROUE. Corps rond et ordinairement plat, de bois, de métal ou autre matière, et mobile sur un essieu ou axe.

La *Roue* est une puissance employée dans la Mécanique, et est d'usage dans un grand nombre de machines, telles que les horloges, les moulins, etc. qui ne sont que des assemblages de *Roues*.

Les *Roues* sont de deux espèces : les unes tournent toujours dans le même lieu sur un axe qui est fixé à leur centre, et dont les pivots tournent dans des trous, qui

servent d'appui; telles sont les *Roues* des horloges, des moulins, des tournebroches, etc. Ces sortes de *Roues* reçoivent le mouvement ou le transmettent par certaines parties saillantes qu'on réserve ou qu'on ajoute à leur circonférence, et que l'on nomme *dents*, *chevilles*, *vannes*, etc. Les *Roues* de l'autre espèce, roulant sur leur circonférence, portent leur centre, et l'axe ou l'essieu qui le traverse, dans une direction parallèle au plan ou au terrein qu'elles parcourent : telles sont les *Roues* des voitures, comme carrosses, charrettes, etc. Ces sortes de *Roues* ont donc deux mouvemens, l'un de leur centre qui s'avance en ligne droite, et l'autre de toutes leurs parties qui circulent autour de ce centre. Ces deux espèces de *Roues* peuvent être considérées comme des assemblages de leviers.

Les *Roues* qui n'ont qu'une sorte de mouvement, dont les axes ne font que tourner, doivent être considérées comme des leviers du premier genre, qui servent à égaler l'action de puissances fort différentes les unes des autres; à transmettre le mouvement au loin; à en changer la direction, et à faire varier la vîtesse dans l'une ou l'autre des puissances.

1°. Les deux dents *A*, *B* (*Pl. XV fig.* 6), peuvent être prises pour les extrémités d'un levier partagé en deux bras égaux par le point fixe ou centre de mouvement *C* : et si l'on place sur le même axe une autre *Roue à b* une fois plus petite, celle des deux puissances qui agit par la dent *a*, étant une fois plus près du centre que l'autre, devient, par cette raison, une fois plus foible. On peut donc, par ce moyen, égaler une force de 50 kiliogrammes à celle de 100 kiliogrammes.

2°. On auroit encore le même effet, si la petite *Roue*, au lieu d'être immédiatement appliquée sur la grande, étoit fixée à l'autre bout de l'axe prolongé : de cette manière, le mouvement de la grande *Roue H* (*fig* 7.) se peut transmettre à une grande distance par la petite *Roue* ou pignon *D*, qui tient au même axe.

3°. Si cette *Roue D* engrène une autre *Roue E*, qui ait des dents parallèles à son axe, le mouvement qui lui sera transmis, changera de direction, et deviendra horizontal, de vertical qu'il étoit.

4°. Enfin si la *Roue E* a quatre fois autant de dents que la petite *Roue D*, comme celle-ci ne peut se mouvoir sans la *Roue* verticale *H*, il faut que l'une et l'autre fassent quatre tours, pour en faire faire un à la *Roue* horizontale *E* : et réciproquement si l'on fait faire un tour à celle-ci, on en fera faire quatre à la petite *Roue D*, à l'axe et à la *Roue* verticale *H*. Si l'on suppose donc à chacune des deux grandes *Roues H* et *E* une manivelle *G* ou *F* menée par un homme, qui lui fasse faire un tour dans une seconde, la vîtesse sera quatre fois aussi grande, lorsqu'il agira par la manivelle *F*, que s'il agissoit par la manivelle *G*.

Quant aux *Roues* qui ont deux sortes de mouvemens, comme celles des voitures, dont le centre s'avance en ligne droite, pendant que les autres parties tournent autour de lui, on doit les regarder le plus souvent comme un levier du second genre, qui se répète autant de fois qu'on peut imaginer de points à la circonférence. Car chacun de ces points est l'extrémité d'un rayon *CM* (*fig.* 8.) appuyé d'une part sur le terrein *M*, et dont l'autre bout *C*, chargé de l'essieu qui porte la voiture, est en même tems tiré par la puissance *P* qui la mène; de sorte que si le plan étoit parfaitement uni et de niveau, si la circonférence des *Roues* étoit bien ronde et sans inégalités, s'il n'y avoit aucun frottement de l'axe aux moyeux, et si la direction de la puissance étoit toujours appliquée parallèlement au plan, une petite force meneroit une charrette très-pesante; car la résistance, qui vient de son poids, repose entièrement sur le terrein par le rayon *CM*, ou par un semblable, qui lui succède l'instant d'après.

Mais de toutes les conditions que nous venons de supposer, et dont le concours seroit nécessaire pour produire un tel effet, à peine s'en rencontre-t-il quelqu'une dans l'usage ordinaire. Les *Roues* des charrettes sont grossièrement arrondies et garnies de gros clous : les chemins sont inégaux par eux-mêmes, ou ils le deviennent par le poids de la voiture qui les enfonce; ces inégalités, soit des *Roues*, soit du terrein, font que la *Roue* s'appuie sur le terrein par un rayon *CQ* ou *CN* oblique à la direction *CP* de la puissance, ou à la di-

rection CM de la résistance : le poids qui réside en C, résiste donc à la puissance, qui ne peut le faire avancer, qu'en le faisant monter autant que le point Q ou N est au-dessus du point M. La puissance est donc alors obligée de soutenir une partie du poids de la voiture, comme si elle étoit placée sur un plan incliné.

D'ailleurs, quand les circonférences rouleroient sur des surfaces parfaitement unies, droites et dures, il se fait indispensablement, de l'essieu aux moyeux, un frottement considérable.

Les creux et les hauteurs, qui se rencontrent dans les chemins, changent aussi la direction de la puissance. Un cheval placé plus haut ou plus bas, par la disposition du terrein, au lieu de faire son effort par la ligne CP, parallèle à la portion du plan, qui porte actuellement les *Roues*, le fait assez souvent par CS ou CR, c'est-à-dire, obliquement à la direction CM de la résistance, et par conséquent avec désavantage; car une charrette qui se meut assez facilement par la force d'un seul cheval sur un terrein horizontal, a souvent besoin de plusieurs chevaux pour être tirée sur un plan qui va tant soit peu en montant.

Mais s'il n'est pas possible de se mettre absolument au-dessus de toutes ces difficultés, on peut cependant les prévenir en partie, en employant de grandes *Roues* plutôt que des petites; car il est certain que les petites *Roues* s'engagent plus que les grandes dans les creux du terrein, comme on le peut voir par la *Figure* 9, où le rayon cq de la petite *Roue*, qui porte contre le terrein, lorsqu'il s'agit de sortir du trou, est beaucoup plus oblique à la direction cp de la puissance, que ne l'est le rayon Cq de la grande *Roue* à la direction CP.

De plus, comme la circonférence d'une grande *Roue* mesure, en roulant, plus de chemin que celle d'une petite, elle tourne moins vîte, ou elle fait un moindre nombre de tours, pour parcourir un espace donné; ce qui épargne une partie des frottemens.

On entend par *grandes Roues*, celles qui ont cinq ou six pieds de diamètre : dans cette grandeur, elles ont encore l'avantage d'avoir leur centre à-peu-près à la hauteur du trait du cheval; ce qui met son effort

dans une direction perpendiculaire au rayon qui pose verticalement sur le terrein, c'est-à-dire, dans la direction qu'on regarde communément comme la plus favorable. (*Leçons de Physique de* l'abbé Nollet, *Tom. III*, *pag.* 97 *et suivantes*).

Cette hauteur de la *Roue* doit donc être proportionnée à la hauteur de l'animal qui la fait mouvoir. La règle qu'on est dans l'usage de suivre, c'est que la charge et l'axe de la *Roue* soient de même hauteur que la puissance : car, dit-on, si l'axe étoit plus haut que la puissance qui tire, une partie de la charge porteroit sur elle ; et si l'axe étoit plus bas, la puissance tireroit d'une manière désavantageuse, et auroit besoin d'une plus grande force. Cette règle seroit bonne, si les terreins étoient parfaitement unis et parfaitement durs ; mais *Stewin*, *Wallis*, *Deparcieux* et plusieurs autres physiciens prétendent, avec raison, que pour tirer un fardeau sur un terrein inégal et raboteux, il est plus avantageux de placer l'axe des *Roues* plus bas que la poitrine du cheval : cela fait, approcher la direction de la puissance le plus qu'il est possible du parallélisme à chacun des petits plans inclinés que forment les inégalités du terrein.

La théorie des *Roues* dentées, c'est-à-dire, de celles qui ont des parties saillantes à leur circonférence, peut être renfermée dans la règle suivante. La raison de la puissance au poids, pour qu'il y ait équilibre, doit être la même que la raison du produit des rayons des pignons au produit des rayons des *Roues*. Le poids *A* (*Pl. LXXVIII*, *fig.* 63.) est à la force appliquée en *D*, par le principe du levier (*Voyez* LEVIER), comme *CD* rayon de la *Roue*, est à *CB* rayon du pignon : cette force en *D* est à la force appliquée en *G*, comme *EG* rayon de la *Roue*, est à *EF* rayon du pignon : la force en *G* est à la force en *K*, comme *HK* rayon de la *Roue*, est à *HI* rayon du pignon. Donc le poids *A* est à la force en *K*, comme $CD \times EG \times HK$ est à $CB \times EF \times HI$; c'est-à-dire, comme on l'a énoncé ci-dessus, comme le produit des rayons des *Roues* est au produit des rayons des pignons.

1°. En multipliant le poids par le produit des rayons

des pignons, et en divisant le tout par le produit des rayons des *Roues*, on aura la puissance qui doit soutenir ce poids. Supposons, par exemple, que le poids à soutenir *A* (*Pl. LXXVIII, fig.* 63.) soit de 6000 kiliogrammes, *CB* de 6 centimètres, *CD* de 34 centimètres, *EF* de 5 centimètres, *EG* de 35 centimètres, *HI* de 4 centimètres, *HK* de 27 centimètres, le produit de *CB* par *EF*, par *HI* sera 120, et celui de *CD*, par *EG*, par *HK* de 32130; multipliant donc 6000 par 120, et divisant le produit par 32130, on aura $22\frac{3}{7}$ pour la puissance capable de soutenir les 6000 kiliogrammes, et une petite augmentation à cette puissance suffira pour enlever le poids.

2°. En multipliant la puissance par le produit des rayons des *Roues*, et en divisant le produit total par le produit des rayons des pignons, le quotient sera le poids que la puissance peut soutenir. Ainsi, si dans l'exemple, c'eût été la puissance de $22\frac{3}{7}$ qui eût été donnée, on auroit trouvé pour le poids qu'elle peut soutenir, 6000 kiliogrammes.

3°. Une puissance et un poids étant donnés, trouver le nombre des *Roues*, et quel rapport il doit y avoir dans chaque *Roue* entre le rayon du pignon et celui de la *Roue*, pour que la puissance étant appliquée perpendiculairement à la circonférence de la dernière *Roue*, le poids soit soutenu.

Divisez le poids par la puissance; résolvez le quotient dans les facteurs qui le produisent, et le nombre des facteurs sera celui des *Roues*; et les rayons des pignons devront être en même proportion à l'égard des rayons des *Roues* que l'unité à l'égard de ces différens facteurs. Supposons, par exemple, qu'on ait un poids de 30000 et une puissance de 60, il vient 500 au quotient, qui se résout dans les facteurs 4, 5, 5, 5. Il faut donc employer quatre *Roues*, dans l'une desquelles le rayon du pignon soit à celui de la *Roue*, comme 1 à 4; et dans les autres, comme 1 à 5.

4°. Lorsqu'une puissance meut un poids par le moyen de plusieurs *Roues*, l'espace parcouru par le poids est à l'espace parcouru par la puissance, comme la puissance au poids; et par conséquent plus la puissance

sera grande, plus le poids aura de vîtesse, et réciproquement.

5°. Les espaces parcourus par le poids et par la puissance, sont entre eux dans la raison composée du nombre des révolutions de la *Roue* la plus lente au nombre des révolutions de la *Roue* la plus prompte, et de la circonférence du pignon de la *Roue* la plus lente à la circonférence de la *Roue* la plus prompte. Et comme l'espace parcouru par le poids est toujours à l'espace parcouru par la puissance, dans la raison de la puissance au poids, il s'ensuit que la puissance est toujours au poids qu'elle peut soutenir, dans la même raison composée du nombre des révolutions de la *Roue* la plus lente au nombre des révolutions de la *Roue* la plus prompte, et de la circonférence du pignon de la *Roue* la plus lente à la circonférence de la *Roue* la plus prompte.

6°. La circonférence du pignon de la *Roue* la plus lente et la circonférence de la *Roue* la plus prompte étant données, aussi bien que la raison qui est entre les nombres des révolutions de la première de ces *Roues* à l'autre, trouver l'espace que doit parcourir la puissance, afin que le poids parcoure un espace donné.

Multipliez la circonférence du pignon de la *Roue* la plus lente par l'antécédent de la raison donnée, et la circonférence de la *Roue* la plus prompte par le conséquent de la même raison. Trouvez ensuite une quatrième proportionnelle à ces deux produits et à l'espace qu'on veut faire décrire au poids, et vous aurez l'espace que doit parcourir la puissance. Supposons, par exemple, que la raison des révolutions de la *Roue* la plus lente à celle de la plus prompte, soit celle de 2 à 7, que l'espace à faire parcourir au poids, soit de 30 mètres; le rapport de la circonférence du pignon de la *Roue* la plus lente à la circonférence de la *Roue* la plus prompte, étant supposé celui de 3 à 8, on aura avec ces conditions 280 mètres pour l'espace que doit parcourir la puissance.

7°. La raison de la circonférence de la *Roue* la plus prompte à celle du pignon de la plus lente, la raison des révolutions de ces *Roues* et le poids étant donnés, trouver la puissance.

Multipliez les antécédens de ces deux raisons l'un par l'autre, et faites de même des conséquens; trouvez ensuite au produit des antécédens, à celui des conséquens et au poids donné une quatrième proportionnelle, et vous aurez la puissance cherchée. Que la raison des circonférences soit celle de 8 à 3, par exemple, la raison des révolutions, celle de 7 à 2, et que le poids soit de 2000, on aura $214\frac{2}{7}$ pour la puissance. On trouveroit de la même manière, le poids, si c'étoit la puissance qui fût donnée.

8°. Les révolutions que doit faire la *Roue* la plus prompte, pendant que la plus lente en fait une, étant données, ainsi que l'espace dont il faut élever le poids, et que la circonférence de la *Roue* la plus lente, trouver le temps qui sera employé à l'élévation de ce poids.

Trouvez, premièrement, une quatrième proportionnelle à la circonférence du pignon de la *Roue* la plus lente, à l'espace que le poids doit parcourir, et au nombre des révolutions de la *Roue* la plus prompte, et vous aurez le nombre des révolutions que doit faire cette *Roue*, pendant que le poids s'élève de la quantité demandée. Trouvez ensuite par expérience le nombre des révolutions que fait la *Roue* la plus prompte dans une heure, et faites servir ce nombre de diviseur au quatrième terme de la proportion dont on vient de parler, le quotient sera le temps employé à l'élévation du poids.

Au reste, il est bon de remarquer, en finissant cet article, que quoique la multiplication des *Roues* soit souvent fort utile dans la mécanique, soit pour aider le mouvement, soit pour l'accélérer, cependant cette même multiplication entraîne aussi, d'un autre côté, une plus grande quantité de frottement, et qui peut devenir si considérable, qu'elle égaleroit ou même surpasseroit l'avantage que la multiplication des *Roues* pourroit produire. C'est à quoi on ne fait pas souvent assez d'attention, lorsqu'on veut construire une machine, et surtout si cette machine est un peu composée.

ROUE DES CARRIERES. Machine dont on se sert

pour tirer des pierres du fond d'une carrière. Elle peut servir aussi à élever tout autre fardeau; mais comme elle est plus souvent employée aux carrières qu'ailleurs, elle a pris le nom de *Roue des carrières*.

Cette machine (*Pl. XVI, fig.* 6.) est à proprement parler, un Treuil (*Voyez* TREUIL), qui, au lieu d'être mis en jeu par des leviers croisés ou une manivelle, y est mise par une *Roue Rr*, dont la circonférence est garnie de chevilles perpendiculaires au plan de la *Roue*. C'est à ces chevilles qu'on applique la puissance qui sont ordinairement des hommes, qui agissent là par leur poids : et la résistance, qui est le fardeau à élever, est attachée à la corde *Cc* qui s'enveloppe sur le treuil *T*, qui sert d'axe à la *Roue Rr*, et dont les deux extrémités roulent sur des pièces de bois debout *AB*, *CD*, maintenues par des pièces de charpente, telles qu'on les voit *fig.* 6.

Les points d'appui de la *Roue* et du treuil sont dans l'axe du treuil : et comme la *Roue* a un diamètre beaucoup plus grand que celui du treuil, un homme peut enlever, par le moyen de cette machine, un fardeau d'un poids beaucoup plus grand que le sien, mais non pas cependant dans le rapport inverse des diamètres de la *Roue* et du treuil. Car le fardeau attaché à la corde *c* et dont la direction est verticale, agit toujours par le rayon horizontal du treuil, et par conséquent perpendiculairement au bras de levier par lequel il agit; ce qui est le plus avantageux (*Voyez* LEVIER); au lieu que l'homme, dont le poids a aussi une direction verticale, ne peut pas agir par le rayon horizontal de la *Roue*, comme en *B*, mais par un rayon oblique : ce qui diminue son effort, et cela d'autant plus que ce rayon est plus oblique à la direction du poids de l'homme. Car s'il agissoit par le rayon vertical, son action seroit nulle : elle diminue donc d'autant plus que l'homme agit par un rayon plus éloigné du rayon horizontal, et qui fait avec ce rayon horizontal un angle plus approchant de l'angle droit.

Cette machine est très-dangereuse pour les hommes qui y sont employés. Car si la corde vient à casser, l'homme, qui par son poids tend à faire tourner la

Roue,

Roue, n'éprouvant plus de résistance, reçoit une accélération de vitesse, par laquelle il prend une force centrifuge qui lui fait abandonner la *Roue*; et il va se rompre les membres sur le terrein. Il seroit bien à desirer qu'on cherchât à remédier à cet inconvénient.

ROUGE. C'est une des sept couleurs primitives, dont la lumière est composée. (*Voyez* COULEURS *et* LUMIÈRE). C'est la première de toutes; c'est-à-dire, que c'est la plus forte et la moins réfrangible; de sorte que toutes les autres couleurs sont plus foibles, plus réfrangibles, et en même temps plus réflexibles que le *Rouge*. C'est pourquoi, lorsque l'air est chargé de brouillards, le soleil et la lune nous paroissent *Rouges*; car de tous les rayons de lumière qui nous viennent de ces deux astres, il n'y a alors que les plus forts, savoir les *Rouges* et peut-être les orangés, qui peuvent arriver jusqu'à nous : tous les autres sont réfléchis. Aussi en pareil cas notre globe avec son athmosphère doit paroître d'une couleur pâle et tirant sur le bleu, aux habitans de la lune, s'il y en a.

Les corps que nous voyons *Rouges*, ne nous paroissent tels, que parce que leur surface réfléchit les rayons *Rouges* en beaucoup plus grande abondance que les utres.

RUBIS. Pierre précieuse, transparente, et dont la couleur est plus ou moins rouge. On en distingue de quatre sortes; savoir le *Rubis oriental*, le *Rubis spinelle*, le *Rubis balais*, et le *Rubis du Brésil*.

Le *Rubis oriental* est d'un rouge de cochenille ou purpurin : il est d'une dureté à-peu-près égale à celle du saphir oriental, et assez approchante de celle du diamant. Il paroit inaltérable : il résiste à la violence du feu sans se fondre; il y conserve sa couleur, son poli, et tout son poids. On le trouve en crystaux formés de deux pyramides hexaèdres fort alongées, opposées l'une à l'autre par leurs bases, et ayant chacune six faces, qui sont des triangles isocèles. Sa pesanteur spécifique est 42833. Il ne cause à la lumière qu'une seule réfraction. Suivant *Bergmann*, 100 parties de ce *Rubis* en contiennent 39 de silice, 40 d'alumine, 9 de chaux, et 10 de fer. Lorsqu'un *Rubis* oriental, d'une belle cou-

leur, pèse au-delà de 20 karats, on l'appelle *Escarboucle.*

Le *Rubis spinelle* diffère beaucoup du précédent par sa couleur, sa forme et sa pesanteur. Sa couleur est un rouge qui, vu dans un certain sens, paroît mêlé d'une légère nuance d'orangé. Il est bien moins dur que le *Rubis* oriental. Sa forme crystalline ressemble à celle du diamant oriental, qui est un octaèdre composé de deux pyramides à quatre faces, opposées l'une à l'autre par leurs bases : chacune de ces faces sont des triangles équilatéraux, et sont tout-à-fait planes, au lieu que, dans le diamant oriental, elles sont un peu convexes. La pesanteur spécifique du *Rubis spinelle* est 37600. Il ne cause à la lumière qu'une seule réfraction.

Le *Rubis balais* paroît n'être qu'une variété du précédent, dont il ne diffère que par sa couleur, qui est d'un rouge clair. De même que le *Rubis spinelle*, il crystallise en octaèdre, et ne cause à la lumière qu'une seule réfraction. Sa pesanteur spécifique est 36458.

Le *Rubis du Brésil* est d'un rouge tirant sur le jaune; ce qui porte à croire que ce *Rubis* n'est autre chose qu'une topaze du Brésil, qui a pris une teinte de rouge. De même que la topaze du Brésil, ce *Rubis* crystallise en prisme tétraèdre ou à quatre pans, formant ensemble deux angles aigus et deux obtus, terminé par un sommet à quatre faces, qui sont des triangles scalènes : il arrive quelquefois que, vers chaque angle aigu, il y a deux petits pans de plus, ce qui en fait un prisme octaèdre; et alors les quatre faces du sommet sont des trapézoïdes. La dureté de ce *Rubis* est à-peu-près égale à celle du *Rubis spinelle* : mais il cause aux rayons de lumière une double réfraction. Sa pesanteur spécifique est 35311.

Le *Rubis oriental,* lorsqu'il est gros, est du même prix que le diamant; il est même plus cher, lorsqu'il est beau et bien taillé : pour cela, il ne faut pas seulement avoir égard à la pureté et à la transparence de la pierre, mais encore à la couleur, qui fait une grande différence dans le prix. Le prix du *Rubis* augmente à proportion de son poids, comme celui du diamant (*Voy.* DIAMANT); de sorte que s'il pèse 5 ou 6 karats ou au-

dessus, et qu'il ait une belle couleur, il vaut autant que le diamant ou même plus, et augmente, comme lui, de valeur proportionnellement à son poids. Mais ceux qui ne pèsent que 3 karats et au-dessous ne valent que le tiers, ou tout au plus la moitié du prix du diamant. Pour ceux dont le poids est au-dessous d'un grain (53 milligrammes), ont fort peu de valeur.

Le *Rubis spinelle*, quand il pèse au-dessus de 4 karats, et qu'il est bien parfait, il vaut la moitié du prix du diamant (*Voyez* DIAMANT);mais s'il est imparfait, il ne vaut que le prix du *Rubis balai.*

Le *Rubis balai* s'emploie fort peu en ouvrage, s'il ne pèse au-dessus d'un karat : et ceux d'un karat sont estimés 30 livres. Pour savoir le prix de ceux qui pèsent 2 karats, il faut procéder ainsi que nous avons dit qu'il falloit le faire pour le diamant; c'est-à-dire, qu'il faut multiplier 2 par 2, ce qui donne 4 : un *Rubis balai*, pesant 2 karats, vaut donc 4 fois 30 livres ou 120 livres. Pour le prix de ceux qui pèsent 3 karats, multipliés 3 par 3, qui donnent 9 : ce sera 9 fois 30 livres, ou 270 livres; et ainsi de suite.

RUISSEAU *ou* PETITE RIVIERE. (*Voyez* RIVIERE *et* FLEUVE).

RUMB DE VENT. Ligne qui représente sur la boussole et sur les cartes marines un des 32 vents. (*Voyez* BOUSSOLE *et* ROSE DE VENT). En général, on entend par *Rumb de vent* la trente-deuxième partie de la circonférence de l'horizon, qui comprend 11 degrés un quart : ainsi deux *Rumbs* valent 22 degrés et demi; trois *Rumbs* valent 33 degrés trois quarts, etc.

FIN DU TOME CINQUIÈME.

C 209282